Preis DM. 1.-

Postversandort München

Funkschau

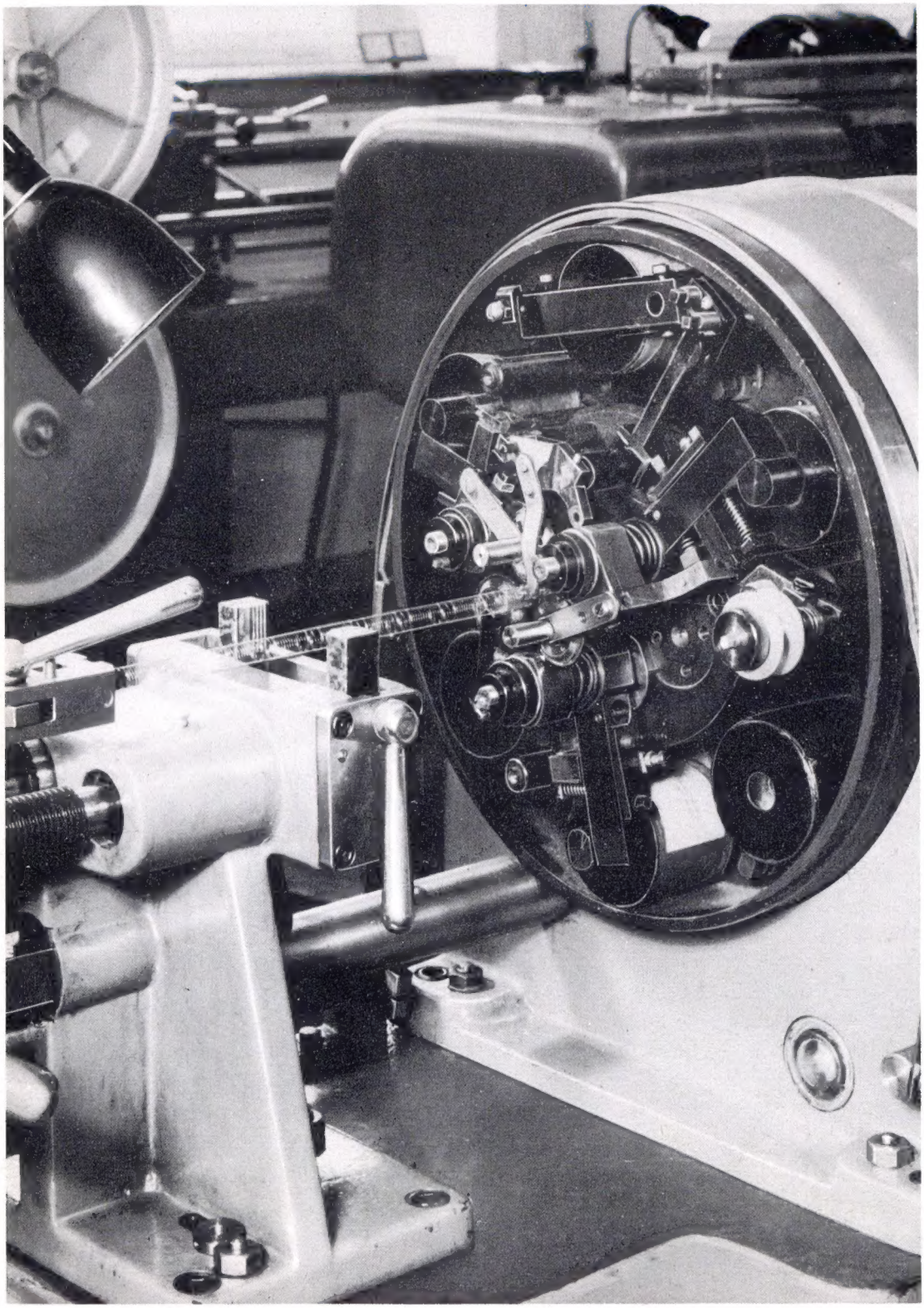
INGENIEUR-AUSGABE

26. JAHRGANG

1. Juli-Heft 1954 Nr. 13

MIT FERNSEH-TECHNIK

ZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER • Erscheint am 5. und 20. eines jeden Monats • FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN-BERLIN



Aus dem Inhalt:

Formgerechte Industrie-Erzeugnisse 253
Fairness 253
Das Neueste aus Radio- und Fernsehtechnik:
Die Atombatterie 254
Mechanisierte Tauchlötung von Empfängern 254
Vergrößerung der Genauigkeit von Quarzoszillatoren 255
12 Kilowatt Ausgangsleistung auf 900 MHz 255
Siliconkautschuk, ein neuer Werkstoff für die Funktechnik . . 257
Das kleinste Meßinstrument der Welt 258
Supervorsatz für das 145-MHz-Band 259
Funktechnische Fachliteratur 261
Raum ist in der kleinsten Hütte . . 262
Vorbildlicher Fernseh-kundendienstwagen 262
Internationales Kurzwellenamateur-Treffen 262
Hochfrequenzleitungen 263
Moiré auf dem Bildschirm 265
Eine verbesserte Hartley-Oszillator-Schaltung . . . 266
FUNKSCHAU-Konstruktionsseiten:
Frequenzkurvenschreiber
Teil I. Wobbelsender für 470 kHz und 10,7 MHz 267
Keramik für Kondensatoren und Bauteile . . . 271
Vorschläge für die Werkstatt-praxis: Potentiometer zur Rückkopplungseinstellung; Herabsetzung hoher Anodenspannungen; Zweckmäßige Arbeitsplätze für die Fachwerkstatt 272
Briefe an die FUNKSCHAU-Redaktion 274
Neuerungen/Werks-Veröffentlichungen 274

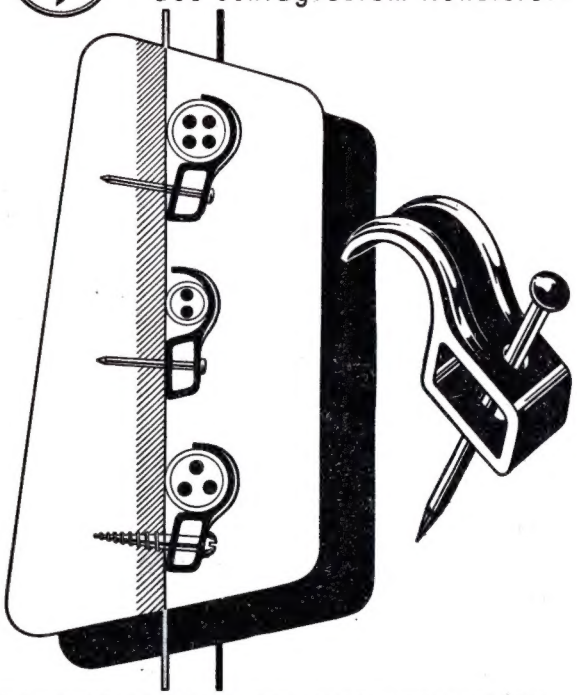
Die INGENIEUR-AUSGABE enthält außerdem:

ELEKTRONIK Nr. 5

Unser Titelbild: In langen Strängen schieben sich die Gitterwendeln aus dem Gitterwickelautomaten, um dann später auf die richtigen Längen geschnitten zu werden (aus der Siemens-Röhrenfabrik München).

ISO-NAGELSCHELLE

aus schlagfestem Kunststoff



ZUR VERLEGUNG VON KUNSTSTOFFMANTELLEITUNGEN NYM usw.
OHNE ABSTAND VON DER WAND

BETTERMANN ELEKTRO G.M.B.H. LENDRINGSEN KR. ISERLOHN
TELEFON 2339 MENDEN, TELEGR.-ADR. OBO LENDRINGSEN, FERNSCHREIBER 032157

KONTAKT-BIMETALLE
UND TEILE DARAUS

FERD. WAGNER
PFORZHEIM · TUNNELSTR. 31

Silicon **KAUTSCHUK LEISTET MEHR**

	R 20	R 30	R 60	R 80
Farbe	trans-parent	rot	grau	weiß
Dichte	1,21	1,25	1,53	1,5
Rückprallelastizität —40 bis +40° C	35	40	20	50
Shorehärte —40 bis +180° C	50 ± 5	60 ± 5	85 ± 5	70 ± 5
Zugfestigkeit kg/cm²	70 ± 5	70 ± 5	60 ± 5	65 ± 5
Dehnbarkeit in %	350	300	110	800
Durchschlagfestigkeit kV/mm —40 bis +180° C	30 ± 5	30 ± 5	20 ± 5	20 ± 5
tg δ bei 1 MHz	0,002	—	0,005	0,003

Wacker-Silicon-Kautschuk hat seine Erprobungszeit hinter sich. Er hat sich in der Praxis durchgesetzt. Wir haben unsere Anlagen erweitert und können daher die Preise senken. Wacker-Silicon-Kautschuk erfüllt seine Aufgaben bei arktischer Kälte so gut wie bei tropischer Hitze, ja sogar bis zum Schmelzpunkt des Zinns.

WACKER

Silicon **KAUTSCHUK**

WACKER-CHEMIE GMBH.
MÜNCHEN 22, PRINZREGENTENSTRASSE 22

Funkschau

26. JAHRGANG MIT FERNSEH-TECHNIK 1. Juli-Heft 1954 Nr. 13

Formgerechte Industrie-Erzeugnisse

Werner von Siemens soll einmal gesagt haben: „Auch der Ingenieur kauft einen Motor nach dem Aussehen", und unsere Zeit prägte den Satz: „Häßlichkeit verkauft sich schlecht." Gutes Aussehen bedeutet aber für den modernen Menschen technische Zweckmäßigkeit und damit beste Qualität, verbunden mit guter Form ohne künstlichen Aufputz. Diese glückliche Verbindung läßt sich weder vom Konstruktionsbüro allein, noch von den Vertriebsabteilungen finden, die allzu leicht geneigt sind, dem konservativem Publikumsgeschmack nachzugeben.

In Amerika kennt man den Beruf des Designers, eines meist freischaffenden, schöpferisch begabten Menschen, der einem Industrie-Erzeugnis nicht etwa nur „den letzten Schliff", sondern vielfach überhaupt erst ein „Gesicht" gibt. Auch in Deutschland haben wir hervorragende Designer oder Gestalter. Viele ihrer Schöpfungen sind so gekonnt, wie beispielsweise Küchenmaschinen oder Kühlschränke, daß sie bei ihrem ersten Erscheinen auf dem Markt schlagartig Anklang fanden. Andere wirkten zunächst befremdend, setzten sich aber dann unaufhaltsam durch. Man denke z. B. an das erste Auftauchen unserer heutigen Fernsprechhörer. Wie befremdend wirkten sie damals, als man noch profilierte, hochglanzvernickelte Sprech- und Hörkapseln durch einen geriffelten Hartgummigriff verband. „Schinkenknochen" war die halb scherzhafte, halb abfällige Bezeichnung dafür. Heute ist diese Form nicht mehr anders zu denken, und man empfindet sie weder auf dem Schreibtisch des Berufstätigen noch in einer Luxuswohnung als Fremdkörper, allenfalls verwendet man dann hellen an Stelle von schwarzem Preßstoff.

In solchen glücklichen Entwürfen, sei es im einzelnen Industrie-Erzeugnis, sei es in einem wirklich schönen modernen Zweckbau, formt sich der Stil unseres technischen Zeitalters. Vorläufig noch ohne Namen, wird er später einmal neben den Stilrichtungen der Vergangenheit, wie Gotik, Renaissance, Barock usw., stehen.

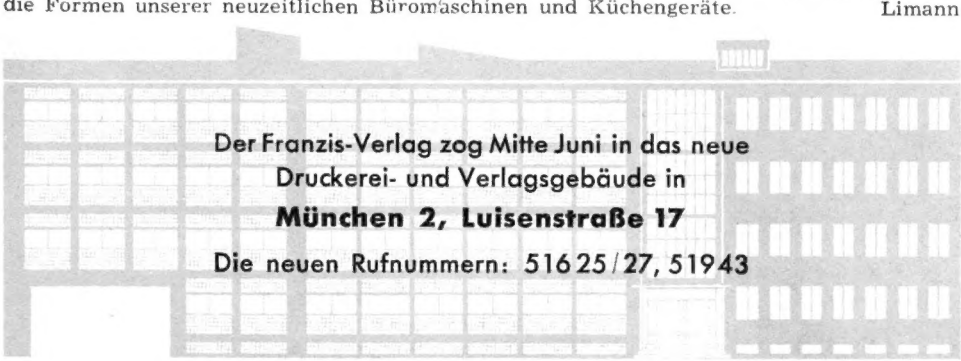
Um diesen Stil und den in der Technik damit eng verbundenen Qualitätsbegriff zu fördern, wurden auf der Messe in Hannover durch Sachverständige auf technischem und gestalterischem Gebiet formgerechte Industrie-Erzeugnisse aus dem gesamten Messeangebot ausgewählt und ausgezeichnet. Wer einige Tage nach der Eröffnung aufmerksam die Messestände durchstreifte, konnte hier und da vor einem Gerät oder einer Einrichtung ein schlichtes Schild finden, das auf diese Auszeichnung hinwies. Aus unserem Fachgebiet wurden u. a. ausgewählt: das Laufwerk mit Aufbauplatte für die Magnetophonmaschine T 9 der AEG, der Elac-Echograph, Antennen von Fuba, Hirschmann und Kathrein, Oszillografen, Zählrohre und Impulszähler von Siemens, genormte Verstärkergestelle, Plattenwechsler und der Empfänger Jubilate von Telefunken, sowie Gehäuselautsprecher von Widmann und Söhne.

Auch die anderen Messehallen boten manche hervorragenden Beispiele für gute Gestaltung. So hat sich für Büromaschinen ein Stil herausgebildet, der gut neben den besten Auslandsformen bestehen kann. Unter den ausländischen Maschinen fallen die Schweizer Fabrikate besonders vorteilhaft auf. Das Diktiergerät Ultravox der Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon z. B. bot nicht nur große technische Vorteile, sondern bestach durch seine harmonischen Proportionen und die freundliche lindgrüne Oberfläche.

Zeichenmaschinen für Konstruktionsbüros besitzen seit jeher eine sehr nüchterne technische Form, und die vielen Hebel, Gelenke und Schrauben erwecken unbewußt immer die Befürchtung, daß man sich irgendwo daran die Finger klemmen könnte. Eine weitere Schweizer Firma aber stellte in Hannover eine neuartige Zeichenmaschine aus, die nur aus wenigen mattschimmernden Metallrohren bestand und bei der die Gelenke von schnittig geformten, farbig getönten Verkleidungen umgeben waren. Die Maschine war eine der gelungenen vorbildlichen Entwürfe, die auf den ersten Blick gefallen und bald Nachfolger finden werden.

Doch zurück zu unserem Gebiet. Auch der Rundfunkempfänger ist ja in erster Linie ein technisches Erzeugnis. Er ist jedoch kein reines Zweckgerät, wie Telefon und Schreibmaschine, sondern er soll zur Unterhaltung dienen. Dadurch ist es hier schwerer als anderwo, zu wirklich formgerechter Gestaltung zu gelangen. Manche Versuche wurden gemacht, um von dem goldverzierten Möbelstil wegzukommen, der doch eigentlich nicht recht im Einklang zu den sonstigen Formen neuzeitlicher Industrie-Erzeugnisse steht. Man mache nur einmal das Gedankenexperiment, sich einen modernen Telefonapparat in einem „Salon" der Maquartzeit, so um das Jahr 1890, zu denken. Neben Plüschsofas, Portieren und Vasen mit Pfauenfedern wird er sofort als Anachronismus auffallen. Denkt man sich aber einen modernen Radioapparat mit „hochglanzpoliertem Edelholzgehäuse und echten Metallzierleisten" in dieser Umgebung, so ist der Unterschied längst nicht mehr so kraß, ein Zeichen, daß die Gehäusegestaltung irgendwie noch im Gestrigen steckt.

Man geht aber wohl nicht fehl in der Annahme, daß eines Tages einem Gestalter auch der große Wurf gelingt, für den Empfänger oder die Musiktruhe eine Form zu schaffen, die so überzeugend dem Stil unserer Zeit entspricht, daß sie sich souverän durchsetzt wie die Formen unserer neuzeitlichen Büromaschinen und Küchengeräte. Limann



Fairness

„Wir haben in unserem Bezirk bei der Funkentstörung noch nicht ein einziges Mal die Hilfe der Gerichte in Anspruch nehmen müssen", sagte der Leiter des Funkreferates bei der Oberpostdirektion München anläßlich einer Presseveranstaltung.

Nach Artikel 45 des Internationalen Fernmeldevertrages muß die Bundespost alle praktisch möglichen Maßnahmen ergreifen, um Funkverbindungen und Funkdienste vor Störungen durch elektrische Geräte und Anlagen zu schützen. Hierfür steht ein gut organisierter und bestens ausgerüsteter Funkstörungs-Meßdienst zur Verfügung. Diese Dienststelle, mit ihren Störungs-Suchgeräten und Peilwagen, kann man wohl als das entgegenkommendste „Polizeiorgan" überhaupt bezeichnen. Sie verlangt von ihren „Sündern" keinen Pfennig und nimmt gesetzliche Handhaben nur dann in Anspruch, wenn gar keine andere Möglichkeit mehr offen bleibt.

Da meldet beispielsweise ein Rundfunkteilnehmer, daß er fast jeden Abend durch heftiges Prasseln im Lautsprecher gestört wird. Abend für Abend besuchen ihn die Postbeamten, die Suchgeräte sind empfangsbereit, aber es ist wie verhext, die sonst so lästigen Störungen bleiben aus. Geduldig wie Jäger kommen die Störungssucher immer wieder, und eines Abends ist es so weit . . ., aus dem Lautsprecher tönt ohrenbetäubendes Prasseln. Schmunzelnd verläßt einer der Beamten den Raum und kommt Sekunden später mit dem „Störsender" in der Hand wieder ins Zimmer. Es ist der Haartrockner der Tochter des Hauses.

Mit einigen Griffen wird ein Störschutz probeweise eingebaut und das Gerät erneut in Betrieb genommen. Die Störungen sind verschwunden! Wie in allen solchen Fällen übergibt man dem Besitzer des störenden Gerätes eine Schaltkarte, auf der Verdrahtung und technische Daten des Probe-Entstörsatzes genau vermerkt sind, damit der nächste Installateur ohne langes Probieren die endgültige Entstörung durchführen kann.

So ähnlich, wie wir es hier geschildert haben, läuft auch eine Szene des Aufklärungsfilmes „. . . das füg' auch keinem andern zu", mit dem die Bundespost in einem groß angelegten Werbefeldzug im Bundesgebiet ihren Störungs-Meßdienst empfiehlt. Außerdem erhielten alle Rundfunkteilnehmer in den letzten Wochen ein Rundschreiben zugestellt, in dem sie aufgefordert werden, nur störungsfreie Elektrogeräte, störstrahlungsfreie Empfänger und funkentstörte Kraftfahrzeuge zu kaufen. Man appelliert an Einsicht und Fairneß der Allgemeinheit und hofft, auf diese Weise zwei Fliegen mit einer Klappe zu schlagen: Wenn sich jeder beim Kauf eines neuen Gerätes danach erkundigt, ob dasselbe keine Funkstörungen verursachen kann, wird auch die Industrie veranlaßt, dieses neue Verkaufsargument besonders sorgfältig zu berücksichtigen. Kü.

DAS NEUESTE aus Radio- und Fernsehtechnik

Die Atombatterie

Es gehört zu den Wunschträumen der Physiker und der Energiefachleute, sich eine Vorrichtung auszudenken, die elektrische Energie für Haushalt und Gewerbe direkt aus dem Zerfall radioaktiver Substanz erzeugt. Die Atommeiler und Reaktoren sind von diesem Ziel noch weit entfernt, denn sie erzeugen lediglich Wärme, die den unwirtschaftlichen Umweg über Wasser — Dampf — Turbine — Dynamo nehmen muß.

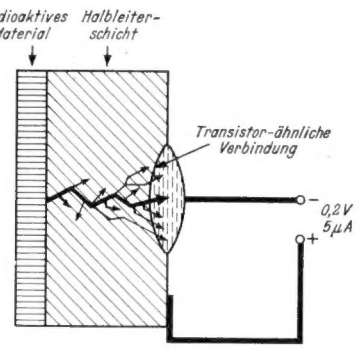


Bild 1. Prinzipieller Aufbau der Atombatterie

Als die Radio Corporation of America kürzlich eine echte Atombatterie ankündigte, handelte es sich nicht um die erste ihrer Art. Vielmehr sind Prinzip und Bauform schon seit längerem bekannt; jedoch verhinderten verschiedene Umstände die praktische Verwendung. Schädliche, z. T. gefährliche Nebenstrahlungen und kurze Lebensdauer der verwendeten Materialien waren die beiden Hauptgründe dafür, daß man eine „Atombatterie" bisher nur im Labor bauen konnte.

Die neue Atombatterie besteht aus einer winzigen Menge Strontium-90, wie es bei der Spaltung von Uranium - 235 erzeugt wird, aus einer Halbleiterschicht, etwa Silizium, und der Abnahmeschicht **(Bild 1)**. In der vorliegenden Form trägt ein Zylinder etwa 3 mm² Strontium-90, das pro Sekunde mehrere Milliarden Elektronen vom Charakter der Beta-Strahlen aussendet. Sie durchdringen die Kristallschicht und lösen hier pro Elektron etwa 200 000 sekundäre Elektronen niedriger Geschwindigkeit aus. Diese werden von einer besonderen Schicht aufgefangen und abgenommen.

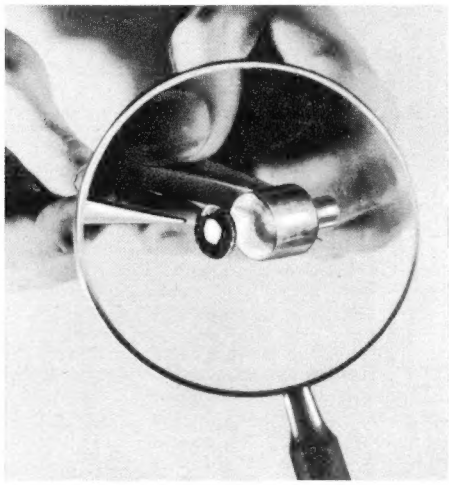


Bild 2. Modell der Atombatterie unter der Lupe (Kolben mit Strontium-90 und Halbleiterschicht)

Das Besondere der RCA-Batterie ist ihre hohe Lebensdauer. Es scheint gelungen zu sein, die Zerstörung des Siliziums etwa der Halbdauerzeit des Strontium-90 anzupassen, d. h. diese kleine Batterie wird, theoretischen Überlegungen zufolge, zwanzig Jahre lang annähernd die gleiche Leistung abgeben.

Die Gefahr unerwünschter Gammastrahlen, erzeugt durch bisher unvermeidbare Verunreinigungen des radioaktiven Materials, ist noch nicht völlig behoben, so daß die neue Atombatterie sorgfältig abgeschirmt werden muß. An sich ist sie kleiner als eine Erbse; einschließlich ihrer Abschirmung aber immerhin so groß wie eine Monozelle.

Der Wirkungsgrad ist mit 10% schlecht, d. h. die Leistung erreicht nur ein Zehntel der Energie der Beta-Partikel beim Verlassen ihrer Quelle. Das ist trotzdem schon ein großer Fortschritt — vor einiger Zeit lag der Wirkungsgrad noch unter 1%.

Die Kosten sind hoch. Zur Zeit muß die winzige Menge Strontium-90 (man benötigt nur ½ Milligramm) mit 25 Dollar bezahlt werden; man hofft durch Entwicklung neuer Herstellungsverfahren die Kosten auf 10 Cent senken zu können.

Schließlich ist die Leistung der Batterie mit $0{,}2\ V \cdot 5\ \mu A = 10^{-6}$ Watt höchstens für den Betrieb eines Transistors ausreichend.

Diese Nachteile — vor allem Preis und Leistung — verhindern die Anwendung der Batterie in der Praxis. Es wird noch Jahre der Entwicklung bedürfen, ehe eine diskutable Ausbeute möglich ist. Ein Vergleich macht es deutlich: eine Pertrix-Monozelle Nr. 211 liefert 0,5 Watt. Das ist genau so viel wie 500 000 Atombatterien der beschriebenen Art zusammen hergeben können ...

Trotzdem scheint mit der neuen Atombatterie ein ganz wichtiger Schritt auf dem Wege zur Dauerbatterie getan zu sein. Die heute noch belächelten Eigenschaften dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß es nur eine Frage der Zeit ist, bis das gefundene Prinzip reif zur praktischen Anwendung ist. K. T.

Mechanisierte Tauchlötung von Empfängern

Amerikanische Rationalisierungsmethoden führen oft zur Automatisierung ganzer Teilfabrikationen. Das vollkommen mechanisierte Tauchlötverfahren für Radio- und Fernseh-Chassis, wie es in zwei Fabriken der General Electric seit 1949 benutzt und weiterentwickelt wurde, hat K. M. Lord erstmals in allen Einzelheiten beschrieben.

Während bei Radiochassis beispielsweise 40 und bei Anschlußleisten 51 Lötstellen in einem Arbeitsgang hergestellt werden, kann man bei dem im folgenden erwähnten Fernseh-Chassis von etwas über 34 × 34 cm Grundfläche durch Tauchlötung gleichzeitig 424 Lötungen vornehmen und diesen Vorgang bei bis zu 350 Chassis je Stunde wiederholen. Die konstruktiven Abweichungen vom handgefertigten Gerät sind nicht so groß wie bei gedruckten Schaltungen, erstrecken sich aber außer auf das eigentliche Chassis auch auf alle Bauteile, die üblicherweise auf der Chassisoberseite montiert werden. Das Neuartige an dieser Konstruktion ist, daß man alle Anschluß- und Verbindungsstellen in hohle Lötstifte bzw. Lötbuchsen verlegt, die unmittelbar in das Chassis (bei allen Masseverbindungen) oder in Isolierplatten eingenietet werden, und zwar so, daß sie sämtlich auf der Chassisoberseite überstehen. Einzelteilanschlüsse, Verbindungsdrähte usw. werden bei umgewendetem Chassis in die Lötbuchsen gesteckt und nach vollständiger Bestückung gemeinsam im Zinnbad verlötet.

Die Lötstiftgruppen für Transformatoren und Röhren werden danach durch aufgedrückte Formstücke aus Isolierstoff zu Steck- oder Röhrenfassungen ergänzt, während Spulensätze und Zf-Bandfilter so konstruiert sind, daß sie unmittelbar auf die für sie bestimmten Lötstiftgruppen aufgeschoben werden können. In Geräten, deren Netzzuleitung beim Öffnen nicht automatisch abgeschaltet wird (Radiogeräte), deckt man die spannungsführenden Lötstifte auf der Chassisoberseite durch besondere Deckplatten ab. Die Lötstifte selbst können glatte zylindrische Röhrchen sein oder aus konischen Röhrchen mit geschlitzten Enden bestehen, die die eingeschobenen Drähte bis zum Löten festklemmen. Jeder Lötstift kann ohne Schwierigkeit bis zu vier Drähte aufnehmen. Die mit dem Chassis verbundenen Lötstifte (Erdstifte) werden auch zur Verankerung von Stufenabschirmungen benutzt, deren Montagekanten zu diesem Zweck kammartig geschnitten sind.

Die eigentliche Lötmaschine, die neben den Hilfseinrichtungen im wesentlichen aus einem Zinnbad und einem Flußmittelbad (Kolophonium) besteht, ist nur in der Rundfunkgerätefertigung unmittelbar im Fließband eingebaut. Bei der Fabrikation von Fernsehgeräten wird sie mit einem eigenen Transportband ausgerüstet und außerhalb des U - förmigen Fließbandes aufgestellt. Die Temperatur des Zinnbades wird konstant auf 316° C und seine Oberfläche ständig auf gleicher Höhe gehalten. Es wird von einer Haube bedeckt, aus der die beim Löten freiwerdenden Dämpfe abgesaugt werden. Die wesentlichen Arbeitsgänge auf dem Fließband sind kurz folgende:

Nachdem die Chassisplatten gelocht und gebogen sind, wandern sie mit dem Transportband durch eine Reihe halbautomatischer Erdstiftnietmaschinen. Hier werden die für die Masseverbindungen vorgesehenen 41 Lötstifte eingesetzt, die nach dem Verlassen der Vorratsmagazine und vor dem Einführen in die Chassislöcher im gleichen Arbeitsgang federnde Unterlagscheiben aufnehmen, die von einem vorgestanzten Streifen abgeknackt werden. Die Chassis kommen dann an einen Drehtisch mit sechs Arbeitsplätzen, der um eine 40 - Tonnen - Presse herumgebaut ist. Jeder der fünf Bestückungsplätze enthält fünf Magazine mit rohrförmigen Füllschächten, aus denen Hilfskräfte je Chassis insgesamt 29 Lötstiftplatten und -streifen entnehmen und an die dafür vorgesehenen Stellen des Chassis legen. Am sechsten Platz werden diese Teile in einem einzigen Arbeitsgang durch 93 Nietungen befestigt. Da der Taktabstand des Drehtisches zwölf Sekunden beträgt, können hier je Stunde 300 Chassis vormontiert werden, bevor sie im nächsten Arbeitsgang die Front- und Rückleisten einschließlich der zugehörigen Bedienungsorgane (Potentiometer usw.) erhalten.

Inzwischen werden auf besonderen trommelartigen Maschinchen sämtliche Widerstände und (Wickel-)Kondensatoren (jeweils bis 2200 Stück/Stunde) vorbereitet. Dabei werden ihre Anschlußdrähte auf die richtige Länge beschnitten und in die vorgeschriebene Form gebogen, wonach sie in Wellpappenkästen fallen, die genau in die Magazine des Fließbandes passen. An jedem Arbeitsplatz eines Fließbandes sitzt eine Arbeiterin, die weiter nichts zu tun hat, als (ohne jedes Werkzeug) bis zu zehn Einzelteile oder Verbindungsdrähte in die richtigen Lötbuchsen des Chassis einzustecken. Dabei werden auch die Abschirm-

bleche eingesetzt und für Einzelteile, die erst nach dem Löten eingefügt werden sollen, Drähte mit angebogenen Ösen vorgesehen. Die Chassis verlassen jetzt das Fließband und kommen in die oben beschriebene automatische Lötmaschine, wo sie vom Transportband erst in das Kolophonium- und dann in das Zinnbad getaucht werden. (Bei der Radiofabrikation, wo die Lötmaschine im Fließband selbst liegt, werden die Bäder angehoben.) Unmittelbar darauf gelangen die Geräte auf den Schütteltisch, der sie von etwaigen Zinn- oder Drahtresten befreit und auf dem lose Teile mit einem Blick erkennbar sind.

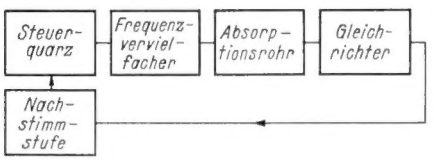
Die Chassis setzen dann ihren Weg auf dem Fließband fort, wo sie zunächst zur Aufnahme der auf der Oberseite vorgesehenen Teile vorbereitet werden. Jetzt werden die schon erwähnten Lötstiftgruppen zu Röhrenfassungen und Steckfassungen für die Transformatoren ergänzt, woran sich das Aufstecken der Transformatoren, Bandfilter, Spulensätze u. dgl. anschließt. Vor der Röhrenbestückung erfolgt abschließend noch eine Fehlerdurchsicht und die Weiterleitung fehlerhafter Geräte an den einzigen Reparaturplatz des Bandes.

Dem einzigen Nachteil, daß nämlich für eine reibungslose Fertigung das Chassis etwa 20 % größer, als sonst notwendig, gehalten werden muß, stehen eine Reihe Vorteile gegenüber, von denen hier nur erwähnt seien: sehr gleichmäßige Fertigung ohne örtliche Überhitzungen beim Löten, dadurch weniger Ausschuß, höhere Betriebssicherheit und kleinere Unkosten; die Montageplätze brauchen keine Spezialisten und kein Handwerkzeug, wodurch Personalausfälle leicht überbrückt werden können und nur kurze Einarbeitungszeiten erforderlich sind; gegenüber geschweißten und gedruckten Schaltungen wesentlich leichtere Service- und Reparaturarbeit; übersichtlichere Verdrahtung als bei handgelöteten Geräten bisheriger Bauart; insgesamt geringere Produktionskosten; Freiwerden von Fachkräften für Einzelteilfertigung und andere Aufgaben.

(Electronics, Juni 1953, 130...137) hgm

Vergrößerung der Genauigkeit von Quarzoszillatoren

Der Konstanz von Quarzschwingungen waren bisher durch die Empfindlichkeit der Kristalle gegen Veränderungen der Betriebsverhältnisse (z. B. Druck- und Temperaturänderungen) sowie durch Alterungserscheinungen Grenzen gesetzt. Man suchte daher nach Möglichkeiten, die Quarzfrequenz durch ein Mittel, das nicht von äußeren Einflüssen abhängig ist, zu korrigieren.



Blockschaltung der Normalfrequenzanlage mit Überwachung durch die Eigenschwingung von Ammoniakgas

Das Federal Bureau of Standards in Washington legte bei seinen Forschungen auf diesem Gebiet die Erfahrung zugrunde, daß Moleküle eines Stoffes unter normalen Bedingungen ihre Eigenfrequenz nicht verändern. Bei den Forschungen wurde Ammoniakgas benutzt, dessen Eigenfrequenz von 1,257 cm (23 870,4 MHz) noch mit ausreichender Leistung erzeugt werden kann. Die Moleküle des Ammoniakgases bestehen aus drei Wasserstoffatomen und einem Stickstoffatom (chemische Formel NH_3). Wirkt auf die Moleküle dieses Gases die genannte Frequenz von 23 870,4 MHz, so beginnt das Stickstoffatom zwischen den Wasserstoffatomen zu schwingen. Die Konstanz dieser Schwingungen ist theoretisch $\pm 1 \cdot 10^{-18}$. Es wurden jedoch bei den ersten Versuchen nur Genauigkeiten von $\pm 2 \cdot 10^{-8}$ erreicht. Der Grund hierfür liegt vor allem in der Wärmebewegung der Moleküle. Die dabei auftretenden Erscheinungen (Doppler-Effekt, Abbremsung des Schwingungsvorganges durch Zusammenstoß von Molekülen) verbreitern den Bereich, in dem die Moleküle zum Schwingen angeregt werden. Durch Verringerung dieser Störungen hofft man, eine Genauigkeit von $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ zu erzielen.

Das **Blockschaltbild** zeigt schematisch den Aufbau der Schaltung. In der Quarzstufe wird eine Frequenz von 100 kHz erzeugt, die in den Vervielfacherstufen auf die benötigte Eigenfrequenz des Ammoniakmoleküls, also 23 870,4 MHz, gebracht wird. Diese Schwingungen werden in einen Hohlleiter (Absorptionsrohr) von ca. 9 m Länge eingespeist, der mit stark verdünntem Ammoniakgas (10^{-5} Torr) gefüllt ist. Liefert der Steuerquarz die genaue Sollfrequenz, so geraten die Stickstoffatome in der beschriebenen Weise ins Schwingen. Die im Frequenzvervielfacher erzeugte Schwingungsenergie wird dadurch aufgebraucht. Die am Ende des Absorptionsrohres angeschlossene Gleichrichterdiode liefert daher keine Spannung. Sobald jedoch die Steuerfrequenz schwankt, tritt am Gleichrichter eine Spannung auf, da infolge des Abweichens der Steuerfrequenz von der Eigenfrequenz der Ammoniakmoleküle die Energie der Steuerfrequenz nicht mehr im gleichen Maße absorbiert und daher weniger Leistung verbraucht wird. Die Wirkung dieser Anordnung ist also mit einem Schwingkreis zu vergleichen, dessen Widerstand bei der Resonanzfrequenz am größten ist. Die Selektion des Absorptionsrohres ist jedoch weit größer.

Die von der Diode gelieferte Spannung ist, wie sich hieraus ergibt, der Größe der Frequenzschwankung proportional. Sie kann daher zur Nachregelung des Steuerquarzes auf die Sollfrequenz verwendet werden. Dieser Vorgang erfolgt in der Nachstimmstufe.

Die auf diese Weise korrigierte Quarzfrequenz gestattet große Genauigkeiten beim Steuern von Sendern und anderen Einrichtungen, die hohe Frequenzkonstanz erfordern. R. Brennecke

Literatur:

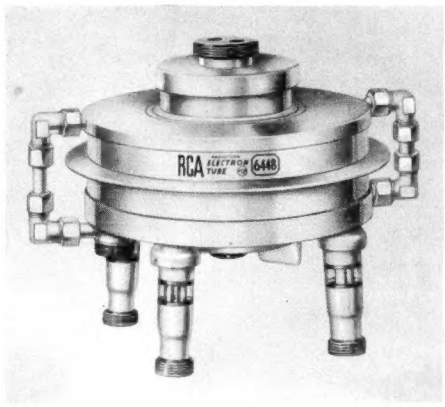
VDI-Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure, Bd. 96 (1954), Nr. 3, Seite 77.

12 Kilowatt Ausgangsleistung auf 900 MHz

In den USA ist mit der Inbetriebnahme von Fernsehsendern in den Kanälen 14 bis 83 = 470 bis 890 MHz (Dezimeterwellen, Band IV) eine Leistungssteigerung verbunden. Die amerikanische Bundesnachrichtenbehörde erlaubt hier eine höchste effektive Strahlungsleistung von 1000 kW. Sie kann dank kleiner Antennenabmessungen zu einem guten Teil durch außerordentlich hohe Bündelung in der Horizontalen gewonnen werden — aber dieses Verfahren hat natürlich gewisse Grenzen, so daß man für Sender sehr hoher Leistung doch eine gewisse Ausgangsleistung der Endstufe voraussetzen muß.

Für diese Zwecke entwickelte die RCA eine wassergekühlte Tetrode vom beam-power-Typ, die als gittergesteuerte Leistungsstufe eine Endleistung von 15 kW im z. Z. am meisten interessierenden Bereich um 500 MHz bzw. 12 kW bei 900 MHz abzugeben in der Lage ist (bezogen auf Synchr.-Spitzen). Das äußere Bild weicht von der langläufigen Vorstellung einer Sende-„röhre" wesentlich ab, bedingt durch die Koaxialtechnik und die Wasserkühlung. Die Anode ist im Zentrum angeordnet, umgeben von einem Kranz elektronen-optischer Systeme, die die Bündelung des Elektronenflusses vornehmen. Diese Konstruktion ermöglicht geringste Elektrodenabstände und große Gleichmäßigkeit im Aufbau. Das Schirmgitter ist bereits im Innern der Röhre über zwei Kondensatoren von zusammen 15 000 pF mit der Katode verbunden.

DAS NEUESTE



Wassergekühlte Dezimeterwellen-Senderöhre der RCA

Das Kühlwasser umspült die Durchführungen der beiden Gitter und der Heizfadensektionen sowie die Anodenausführungen. Alle Anschlüsse sind großflächig, ihre Induktivität darf vernachlässigt werden. Die Heizfadengruppen aus thoriertem Wolfram nehmen bei 1,35 Volt Heizspannung etwa 1000 A auf.

Bei 7 MHz Bandbreite und 500 MHz Trägerfrequenz ergeben sich nachfolgende Betriebsdaten dieser neuen Senderöhre Typ 6448:

Anodenspannung	6000 V
Schirmgitterspannung	950 V
Gittervorspannung	— 140 V
Anodenstrom	6,9 A
Steuerleistung	600 W
Ausgangsleistung	15 000 W

Diese Leistung bezieht sich bei Vollaussteuerung auf eine maximale Temperatur der Stützkeramik von 150° C und der maximal zulässigen Kühlwassertemperatur an der Austrittsstelle von + 70° C.

Für die Kühlung ist destilliertes Wasser vorgesehen. Das sichere Arbeiten dieser Einrichtung ist für die Röhre von lebenswichtiger Bedeutung, denn ihre Anodenverlustleistung von maximal 29 kW und die Wärme der Heizung müssen sicher abgeführt werden. Selbst eine sehr kurzfristige Unterbrechung des Wasserflusses zerstört die Röhre; auch kann die Wärme der Heizung alleine schon Beschädigungen hervorrufen. Es sind daher Vorkehrungen zu treffen, daß beim Ausbleiben des Kühlwassers sämtliche Betriebsspannungen ohne Verzögerung abgeschaltet werden.

Die in einer bestimmten Schaltung erlaubte Anodenverlustleistung hängt sehr wesentlich von der Kühlung ab; sie kann wie folgt berechnet werden

$$P = n\,(t_a - t_e) \cdot 264$$

P = Anodenverlustleistung in Watt

n = Wassermenge in gallons pro Minute (1 gallon = 4,55 Liter)

t_a = Wasseraustritts-temperatur in °C

t_e = Wassereintritts-temperatur in °C

} an der Anode

Thyratrongesteuerte Einrichtungen müssen sicherstellen, daß im Falle unkorrekter Arbeit, etwa bei inneren Funkenübergängen usw., die Anodenspannung in wenigen Mikrosekunden auf Null geschaltet wird.

Die Abmessungen der Röhre sind gering: Durchmesser 290 mm, Höhe 200 mm! -r

DAS NEUESTE

Rascher Fernsehausbau in Europa

Auf der „Technischen Tagung" der Rundfunkanstalten und des Rundfunktechnischen Instituts in München teilte Prof. Dr. Nestel mit, daß Ende 1955 etwa 60 % der europäischen Bevölkerung westlich des Eisernen Vorhangs und 75 % der deutschen Bevölkerung mit Fernsehprogrammen versorgt werden können. Europa würde zu diesem Zeitpunkt etwa 65 Fernsehsender besitzen.

Die Vorträge auf dieser Tagung beschäftigten sich u. a. eingehend mit dem für 1956 vorgesehenen Beginn des Fernsehens im Dezimeterbereich (Band IV). Zu diesem Thema äußerten sich Dr. Stepp (Ausbreitungsfragen), Dr. Paulsen (Technik der Frequenzumsetzer Band III/IV) und Dr. Pick (Germaniumdioden als Mischer bei hohen Frequenzen).

Erster Fernsehempfänger mit Vorkehrungen für Band IV

Alle neuen Fernsehempfänger der Loewe-Opta AG, Kronach, enthalten Buchsen zum leichten Einsetzen eines Converters für den Empfang von Fernsehsendern im Band IV (Dezimeterbereich). Das Gerät arbeitet dann als Doppelsuperhet, indem die Empfangsfrequenz im Bereich oberhalb von 470 MHz in Stellung 12 des Kanalwählers in das Band 68...75 MHz transponiert und hier wie bisher in die üblichen Zwischenfrequenzen (Bild 28,75 MHz, Ton 23,25 MHz + 5,5 MHz Zwischenträger) umgewandelt wird.

GEMA contra „Tonjäger"

Der Generaldirektor der „Gesellschaft für musikalische Aufführungs- und mechanische Vervielfältigungsrechte" (GEMA), E. Schulze, Berlin, nahm in einem Vortrag über den französischen Rundfunk gegen die Auswüchse der „Tonjagd" Stellung, bei der zunehmend die Rechte der Urheber (Komponisten, Textdichter) verletzt würden.

Wir erinnern in diesem Zusammenhang an den Prozeß zwischen der GEMA und den Herstellern von Tonband- und Drahtaufnahmegeräten (Grundig, Lorenz, Schaub), an das Verbot des Überspielens von Schallplatten auf Band oder Draht auch für private Zwecke und an die Kontroverse zwischen der GEMA und den Automatenaufstellern. Hier ist die Benutzung der Schallplattenautomaten („Juke Box") der Streitpunkt.

Rundfunk- und Fernsehteilnehmer am 1. Juni 1954

A. Rundfunkteilnehmer		
Bundesrepublik	11 775 163	(+ 15 795)
Westberlin	728 244	(+ 246)
zusammen	12 503 407	(+ 16 041)
B. Fernsehteilnehmer		
Bundesrepublik	27 592	(+ 2 804)

Ab 1. Juni besteht Gebührenpflicht für Fernsehteilnehmer im Bereich des Süddeutschen Rundfunks (OPD Stuttgart). Die Teilnehmerzahl aus diesem Gebiet sind jedoch in obiger Aufstellung noch nicht enthalten.

Kofferempfänger mit UKW

Einer Werksmitteilung zufolge werden die beiden Kofferempfänger Lorenz-„Weekend 55" und Schaub-„Amigo 55" jetzt mit UKW-Teil geliefert. Die UKW-Bereiche sind als 9-Kreis-Super mit drei Zf-Stufen und Zf-Entdämpfung ausgelegt. Die Umschaltung UKW/Mittelwelle erfolgt mit Drucktasten; für UKW ist eine Teleskopantenne vorgesehen. Bei dieser neuen Ausführung entfallen die Kurz- und Langwellenbereiche; der Preis erhöht sich auf 249 DM ohne Batterien.

Sieben UKW-Sender in der Ostzone

Nach Inbetriebnahme des neuen UKW-Senders Rheinsberg (95,2 MHz, Programm Berlin III) verfügt die Ostzone einschließlich Ostberlin über sieben UKW-Stationen. Daneben sind zwei Fernsehsender im 100-MHz-Bereich (Berlin-Ost und Leipzig/Karl-Marx-Haus) in Betrieb, die über eine Richtfunkstrecke verbunden sind.

Steigende Empfängerproduktion

Die Rundfunkgerätefabriken in der Bundesrepublik und Westberlin fertigten im I. Quartal 1954 acht Prozent mehr Geräte als im I. Quartal 1953 (687 322 gegenüber 639 246 Röhrenempfänger). Dagegen sank der Produktionswert, berechnet in Werksausgangspreisen, von 117 Millionen DM für das erste Vierteljahr 1953 auf 111 Millionen DM der gleichen Periode 1954.

Citizens Radio

In den USA ist vor einigen Jahren für den Bereich 460 bis 470 MHz die auf einfachen Antrag hin zu erlangende Lizenzklasse „Citizen's Radio Station License" geschaffen worden, die jeder amerikanische Staatsbürger über 18 Jahre erhalten kann. Typengeprüfte Gegensprechanlage geringer Leistung waren jedoch bisher serienmäßig kaum hergestellt worden, so daß die Benutzung dieses Bandes gering blieb.

Nunmehr hat Stewart-Warner das „Portafon" herausgebracht. Es besteht aus einem überdimensionierten Telefonhörer mit eingebautem Zweiröhren-Superregenerativempfänger, Sender mit 500 mW Leistung auf 465 MHz und den gleichfalls eingesetzten Batterien. Das Ganze wiegt 3 kg. Die Reichweite richtet sich nach der Geländebeschaffenheit. Mit aufgesetzter Antenne können zwischen einigen hundert Metern und einigen Kilometern überbrückt werden. Für stationären Betrieb ist ein Netzanschlußgerät entwickelt worden. Dank seines günstigen Preises (200 Dollar für den aus zwei Geräten bestehenden Satz) führt sich das Modell rasch auf Baustellen und Oelfeldern, im Farmbetrieb, in der Industrie und bei Sportveranstaltungen ein.

UKW-Sender mit „aktiver" Reserve

Der UKW-Rundfunksender Nordhelle des NWDR, eine von Rohde & Schwarz gelieferte, unbemannt betriebene Anlage mit 3 kW Ausgangsleistung, besteht aus zwei Zwischenstufen zu je 250 Watt und der einfach vorhandenen Endstufe. Beide Zwischenstufen arbeiten gemeinsam über einen Diplexer auf den Eingang der Endstufe; fällt eine von ihnen aus, so wird die verbleibende automatisch derart geschaltet, daß sie alleine weiterarbeitet, wobei die Gesamtleistung der Anlage auf ¼ fällt. Der eigentliche Steuersender ist ebenfalls doppelt vorhanden; beim Ausfall des ersten übernimmt der zweite bereits nach 50 Millisekunden dessen Aufgabe.

Produktions- und Wettbewerbsprobleme in der Rundfunk- und Fernseh-Industrie

Die diesjährige ordentliche Hauptversammlung des Verbandes Deutscher Rundfunk- u. Fernseh-Fachgroßhändler (VDR) e. V., die am 26. Mai d. J. in Bad Ems stattfand, beschäftigte sich intensiv mit den Produktionsproblemen der Rundfunk- und Fernsehindustrie.

Direktor Himmelmann (Telefunken) sprach über aktuelle Fragen der Rundfunk- und Fernsehindustrie, die sich z. Z. mit den Auswirkungen des Wettbewerbs auf den Rundfunkmarkt befaßt. So soll eine „Gesellschaft zur Förderung von Rundfunk und Fernsehen" gegründet werden, die den Aufgaben der Branchewerbung dienen soll.

„Sender Freies Berlin" nahm Betrieb auf

Förmlich in letzter Minute erteilten die Besatzungsmächte dem „Sender Freies Berlin" die Genehmigung, am 1. Juni mit der Ausstrahlung des Mittelwellenprogramms auf 566 kHz (bisher vom NWDR benutzt, Wellenbesitzer Athlone/Nordirland) zu beginnen. Die Leistung ist tagsüber auf 20 kW, nachts auf 5 kW festgelegt. Außerdem darf SFB auch auf 1484 kHz mit 2 kW senden sowie die beiden UKW- und die Drahtfunkfrequenzen des NWDR-Berlin benutzen. Dem NWDR verbleiben vorerst in Berlin keine Sendemöglichkeiten mehr.

Der blaue „Rundfunk- und Fernseh-Katalog 1954/55

herausgegeben vom Bundesverband des Rundfunk- und Fernseh-Großhandels (VRG) e. V.

erscheint auch diesmal im Franzis-Verlag

Alles Nähere ist aus dem beigefügten Prospektblatt ersichtlich. Private Interessenten wollen ihre Bestellung gleichfalls auf dem eingedruckten Bücherzettel einsenden, und zwar in der Spalte für Einzelhändler

30jähriges Jubiläum

Vor 30 Jahren — am 11. 7. 1924 — trat Carl Wustandt bei den Heliowatt-Werken in Berlin ein. Von seinem Eintritt bis heute ist er dort als Vertriebsleiter und Prokurist tätig. In dieser Eigenschaft ist er dem Rundfunk-Groß- und Einzelhandel zu einem Begriff geworden, der mit dem Namen Nora-Radio eng verbunden ist.

FUNKSCHAU
Zeitschrift für Funktechniker

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Maye
Verlagsleitung: Erich Schwandt
Redaktion: Otto Limann, Karl Tetzner und Fritz Kühne
Anzeigenleiter u. stellvertretender Verlagsleiter: Paul Wald
Besitzer: G. Emil Mayer, Buchdruckerei-Besitzer und Verleger München 27, Holbeinstraße 16 (1/2 Anteil); Erben Dr. Erns Mayer (1/2 Anteil)

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jeden Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- und Zeitschriftenhandel unmittelbar vom Verlag und durch die Post

Monats-Bezugspreis für die **gewöhnliche Ausgabe** DM 1.60 (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzüglich 6 Pfg. Zustellgebühr; für die **Ingenieur-Ausgabe** DM 2.— (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes der gewöhnlichen Ausgabe 80 Pfennig, der Ing.-Ausgabe DM 1.—

Redaktion, Vertrieb u. Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Luisenstraße 17 — Fernruf: 5 16 25/26/27 und 5 19 43. — Postscheckkonto München 57 58.

Hamburger Redaktion: Hamburg-Bramfeld Erbsenkamp 22a — Fernruf 63 79 64.

Berliner Geschäftsstelle: Berlin-Friedenau Grazer Damm 155. — Fernruf 71 67 68 — Postscheckkonto: Berlin-West Nr. 622 66.

Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde München. — Anzeigenpreise n. Preisl. Nr. 7

Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Ludwig Ratheiser, Wien.

Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Kortenmarkstraat 18. — Niederlande: De Muiderkring Bussum, Nijverheidswerf 19-21. — Österreich: Verlag Ing. Walter Erb, Wien VI, Mariahilfer Straße 71. — Saar: Ludwig Schubert. Buchhandlung, Neunkirchen (Saar), Stummstr. 15. — Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).

Alleiniges Nachdrucksrecht, auch auszugsweise, für Österreich wurde Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13 b) München 2, Luisenstr. 17. Fernsprecher: 5 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

Radio- und Fernseh-Fernkurse
System FRANZIS-SCHWAN
für den FUNKSCHAU-Leser herausgegeben
Prospekte und Muster-Lehrbrief durch die Fernkurs-Abt. des Franzis-Verlages, München 2, Luisenstr. 17

Studien-Beginn jederzeit - ohne Berufsbehinderung. Für FUNKSCHAU-Leser ermäßigte Kursgebühren. Rund 3 DM monatlich und wöchentlich einige Stunden fleißige Arbeit bringen Sie im Beruf voran

Siliconkautschuk, ein neuer Werkstoff für die Funktechnik

Von Dipl.-Phys. W. Dietz und Dr. M. Wick (Wacker-Chemie GmbH, München)

In amerikanischen Flugzeugen werden je Maschine ca. 150 kg Siliconkautschuk verwendet. Davon entfällt der Hauptteil auf Dichtungen und Kabel und der Rest auf die elektrische und funktechnische Ausrüstung. Bei der Auswahl dieses neuen Werkstoffes haben ausschließlich sicherheitstechnische Überlegungen den Ausschlag gegeben, ein Grund, sich mit Siliconkautschuk eingehender zu befassen.

Es muß vorausgeschickt werden, daß sich Siliconkautschuk im Aussehen wie auch in den elastischen Eigenschaften bei oberflächlicher Betrachtung von Naturgummi oder Buna nicht unterscheidet. Man braucht die genannten Stoffe jedoch nur auf 250° C zu erhitzen oder in flüssiges Blei zu tauchen, um sofort zu erkennen, daß Siliconkautschuk sich im chemischen Aufbau wesentlich von Kautschuk üblicher Art unterscheiden muß, denn Siliconkautschuk bleibt unverändert, während alle anderen Gummisorten völlig zerstört werden. Die chemische Zusammensetzung wie auch die Verarbeitung und die mechanischen Eigenschaften sind an anderer Stelle ausführlich beschrieben[1]). Es sei hier deshalb nur erwähnt, daß die Träger des Grundgerüstes von Siliconkautschuk nicht Kohlenstoff-, sondern Siliziumatome sind. Diese sind durch Sauerstoffatome miteinander verbunden, derart, daß immer Si- und O-Atome unmittelbar aufeinanderfolgen. Eine weitere Oxydation ist folglich unmöglich. Das Ausgangsmaterial ist Sand. Die Eigenschaften des Siliconkautschuks sind weitgehend von der Temperatur unabhängig. Die Elastizität, Härte, Dehnbarkeit und Zugfestigkeit ändern sich im Bereich von —60 bis + 180° C praktisch nicht. Es ist deshalb verständlich, daß Siliconkautschuk gerade für den Flugzeugbau herangezogen wurde.

Zunächst blieb der neue Werkstoff infolge der großen Herstellungskosten militärischen Zwecken vorbehalten. Erfreulicherweise ist es jetzt jedoch gelungen, im Bundesgebiet eine Produktion aufzubauen, die Siliconkautschuk der Allgemeinheit zu einem vertretbaren Preis zur Verfügung stellt. Es ist daher angebracht, auch auf die für die Elektrotechnik wertvollen Eigenschaften hinzuweisen.

Die temperaturunabhängige Durchschlagsfestigkeit beträgt bis zu 300° C ca. 25 bis 30 kV/mm. Bei einer Dauerbetriebstemperatur von 175° C konnte bei einem 16wöchigen Dauerversuch keine Verschlechterung beobachtet werden. Siliconkautschuk ist gegen stille Entladungen unempfindlich. Bei der Entladung entstehendes Ozon und Stickoxyde finden keinen Angriffspunkt; das Silizium-Sauerstoffgrundgerüst kann durch eine Oxydation nicht aufgespalten werden. **Bild 1** zeigt die Wirkung einer Coronaentladung auf Naturgummi und auf eine Siliconkautschuk-Isolation. Über beide Spulen wurde im mittleren Drittel ein eng anliegendes Messingrohr geschoben und zwischen Leiter und Messingrohr eine Spannung von 15 kV angelegt. Das Bild zeigt die Naturgummiisolation nach 60 Sekunden und die Siliconkautschukisolation nach einer Stunde. Die im Naturgummi entstandenen Risse sind deutlich zu sehen. Der Versuch mit Siliconkautschuk wurde bei anderer Gelegenheit auf 50 Tage ausgedehnt, ohne daß eine Veränderung festgestellt werden konnte. Siliconkautschuk eignet sich deshalb als Isolation für alle Hochspannung führenden Teile, z. B. in Katodenstrahloszillografen, Fernsehgeräten und Radaranlagen, vor allem, wenn Coronaentladungen durch den Aufstellungsort oder z. B. große Flughöhe begünstigt werden.

In **Bild 2** sind von verschiedenen deutschen Firmen gefertigte, mit Siliconkautschuk isolierte Leitungen mit und ohne Abschirmung sowie Schaltdrähte gezeigt. Die Leitungen sind mit Pigmentfarben gefärbt. Die Isolation bleibt bis —60° C elastisch. Sie verschmort nicht, wenn sie längere Zeit mit dem heißen Lötkolben berührt wird. Siliconkautschuk entspricht der Isolationsklasse H (180° C Dauertemperatur), verträgt kürzere Zeit 250° C und kann einige Minuten in flüssiges Blei (327° C) eingetaucht werden. So wird er z. B. in der Leonischen Industrie beim Herstellen von Schaltdrähten zum Abstreifen von überschüssigem Zinn verwendet.

Die Einwirkung einer länger dauernden Wasserlagerung bei 70° C kann **Tabelle 1** entnommen werden.

Konzentrische Kabel mit Siliconkautschuk für die Hf-Technik sind temperatur-unempfindlich. Bei der Untersuchung eines Kabels mit einer Litze aus 19 verzinnten Kupferdrähten, einem 10 mm starken Siliconkautschuk - Dielektrikum und einem konzentrischen Rückleiter aus einem 0,2 mm starken verzinnten Kupfergewebe änderte sich die DK (3,2) im Bereich von 0,5 bis 5 MHz praktisch nicht. Der Verlustfaktor dieses Kabels beträgt bei 0,5 MHz 0,0015 und bei 5 MHz 0,0039. Die Temperaturabhängigkeit des Verlustfaktors und der Dielektrizitätskonstante bei 50 Hz zeigt **Bild 3.** Bei höheren Frequenzen liegen erst wenige Messungen vor, die jedoch auf ein ähnliches Verhalten schließen lassen.

Für den Bereich von 1 bis 10 MHz baut man seit längerem auch Hochleistungs-Impulskabel mit Siliconkautschuk-Isolation. Diese Kabel zeichnen sich gegenüber anderen durch kleinere Verluste aus; auch sind sie besonders geräuscharm. Die Werte einer handelsüblichen Siliconkautschuksorte (R 20) zeigt **Tabelle 2.**

In **Tabelle 3** sind Werte zusammengestellt, die mit besonderen Füllstoffen erreicht werden können. Das Ansteigen des Verlustfaktors bei höheren Frequenzen ist

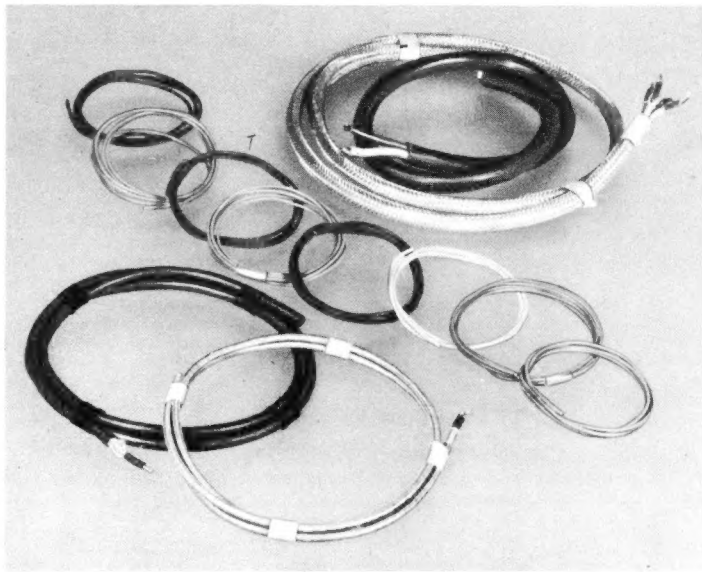


Bild 2. Schlauchleitung, Abschirmkabel und Schaltdrähte mit Siliconkautschuk-Isolation

[1]) Kunststoffe 44. Jhrg. (54), Heft 4, S. 127 bis 131, und Heft 5, S. 200 bis 204, dort 32 weitere Literaturhinweise.

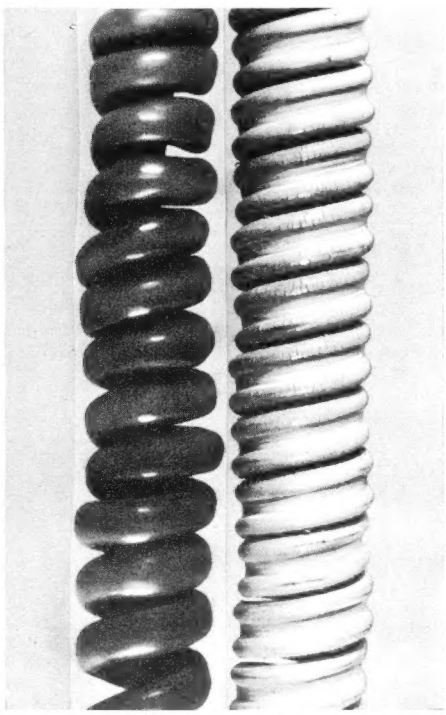


Bild 1. Einwirkung einer stillen Entladung auf eine Siliconkautschukisolation (links) und eine Naturgummiisolation (rechts). Der Naturgummi ist bereits nach 60 Sekunden rissig, während Siliconkautschuk noch nach 60 Minuten völlig unverändert ist

Tabelle 1

Einwirkung heißen Wassers von 70° C auf Siliconkautschuk

Zeit	Isolationswiderstand für 1 km in MΩ	Betriebskapazität für 1 km in µF
0	3050	0,011
6 Monate	1520	0,013
11 Monate	1520	0,013

Tabelle 2

Verlustfaktor und Dielektrizitätskonstante von Siliconkautschuk R 20

	tg δ	ε
60 Hz	0,00044	2,5
100 Hz	0,00042	2,5
1 kHz	0,00033	2,5
10 kHz	0,00017	2,5
100 kHz	0,00055	2,5
300 kHz	0,0022	2,5

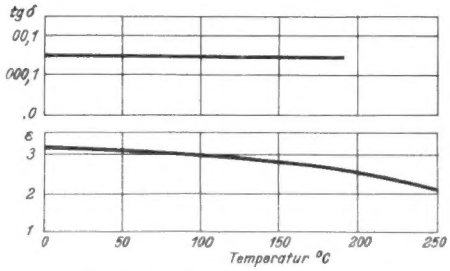
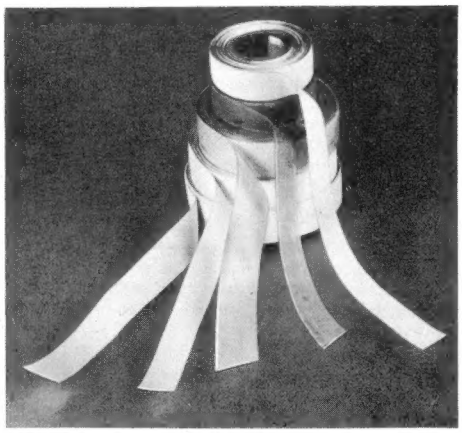
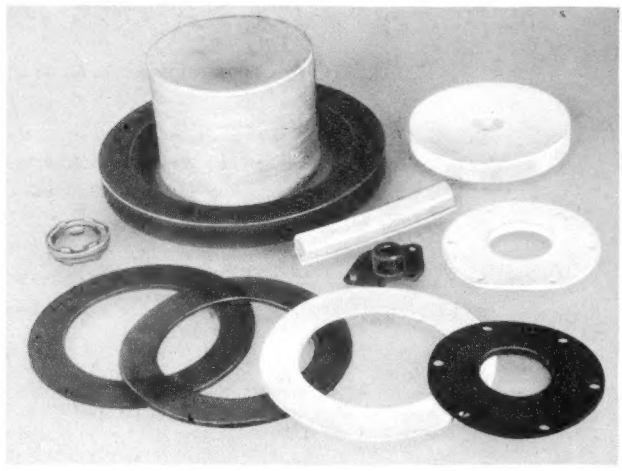


Bild 3. Verlustfaktor und Dielelektrizitätskonstante bei 50 Hz in Abhängigkeit von der Temperatur



Links: Bild 4. Siliconkautschukband



Rechts: Bild 5. Auf der Drehbank abgedrehter Zylinder mit 100 mm Durchmesser und Dichtungen aus Siliconkautschuk

auf die Polarität der Silicon-Sauerstoffbindung im Polymeren zurückzuführen. Der Verlustfaktor erreicht das Maximum erst über 10 000 MHz.

Der relativ kleine Verlustfaktor von nur 0,0167 bei 10^{10} Hz macht Siliconkautschuk auch für die cm-Technik interessant. Er wird z. B. als Isoliermaterial in Radargeräten verwendet. Nach amerikanischen Angaben[2]) kann die Frequenzstabilität von Klystrons besonders bei Dauerbetrieb durch einen Ringwulst aus Siliconkautschuk, der über den Anschlußflansch gezogen wird, wesentlich erhöht werden. Er verbessert die Temperaturkonstanz an sich ungünstig großen Flansch, ohne selbst durch die hohe Oberflächentemperatur (bis zu 150° C) beeinflußt zu werden.

[2]) A. E. Javitz, Electr. Manufact., Febr. 1954

Tabelle 3

Verlustfaktor und Dielektrizitätskonstante von Siliconkautschuk mit einem besonderen Füllstoff. (Nach Messungen der Dow Corning Corp. Midland/Mich.)

Hz	tg δ	ε
10^2	0,00058	2,96
10^3	0,00052	2,95
10^4	0,0005	2,95
10^5	0,0006	2,95
10^6	0,0006	2,95
10^7	0,0010	2,95
10^8	0,002	2,95
10^9	0,0059	2,93
3×10^9	0,010	2,90
10^{10}	0,0167	2,85

Tabelle 4

Dielektrizitätskonstante und Verlustfaktor von Siliconkautschukband. (Nach Messungen der Dow Corning Corp. Midland/Mich.)

Frequenz	Temperatur	ε	tg δ
10^2	50°	3,52	0,025
10^2	100°	3,52	0,050
10^2	150°	5,18	0,040
10^2	200°	5,94	0.057
10^2	20°	3,75	0,010
10^3	20°	3,69	0,0099
10^4	20°	3,65	0,0071
10^5	20°	3,61	0,0045
10^6	20°	3,59	0,0029

Tabelle 5

Physikalische Eigenschaften von Siliconkautschuk

Spez. Widerstand in Ohm × cm	
a) bei 20° C	$> 10^{14}$
b) nach 7 Tg. Wasserlagerung bei 70° C	10^{14}
c) bei 200° C	10^{13}
Oberflächenwiderstand in Ohm	
a) bei 20° C	$> 10^{13}$
b) nach 7 Tg. Wasserlagerung bei 70° C	10^{13}
c) bei 200° C	10^{13}
Wärmeleitfähigkeit	$3{,}6 \ldots 7{,}2 \cdot 10^{-4}$
Wärmeausdehnungskoeffizient in grad^{-1}	$\alpha = 7{,}2 \cdot 10^{-4}$ $\beta = 7{,}8 \cdot 10^{-8}$

Die Anforderungen an die Isolation der Zuleitungen sind besonders hoch. Im Bereich des Anschlußsteckers treten die genannten hohen Temperaturen auf, während gleichzeitig hohe Luftfeuchtigkeit und in anderen Bereichen Kälte einwirken können.

Ein einseitig mit Siliconkautschuk bestrichenes Gewebeband aus Glasseide wird verwendet, um Baukastenteile und gedruckte Schaltungen zusammenzufassen und sie dadurch gegen Feuchtigkeit zu schützen. Die Paste ist anvulkanisiert. Das Band wird überlappend um die Bauteile gewickelt und einige Minuten auf 150° C erhitzt. Dadurch vulkanisiert es zu einer homogenen, wasserabweisenden Isolation, die nicht mehr aufgewickelt werden kann. DK und tg δ eines solchen Bandes sind in Abhängigkeit von der Frequenz und der Temperatur in **Tabelle 4** zusammengestellt. Das Band selbst ist in **Bild 4** zu sehen.

Im Gerätebau wird Siliconkautschuk als Formmaterial für Gießharz verwendet. Derartige Formen haben eine nahezu unbeschränkte Lebensdauer, z. B. dann, wenn in Seriengeräten Verdrahtungsschema oder Spulen in Gießharz eingebettet werden. Die Siliconkautschuk-Formen lassen sich nach dem Erkalten des Gießharzes leicht und unbeschädigt ablösen. Die Formen können aus Rohkautschuk hergestellt oder aus fertigen Formteilen herausgeschnitten oder -gedreht werden **(Bild 5)**. Es ist auch möglich, mit Siliconkautschuk isolierte Teile in Gießharz einzubetten. Dieses Verfahren wird vorzugsweise im Netzteil kommerzieller Geräte — besonders bei Marinegeräten — angewendet, beispielsweise bei den mit Siliconkautschuk isolierten Zuleitungen zu den Transformatoren. Feuchtigkeit kann dann auch über die Anschlußstellen selbst unter härtesten Bedingungen nicht eindringen.

Die in Bild 5 gezeigten Dichtungen sind teils gespritzt, teils geformt. Diese Dichtungen haben sich in den Tropen wie auch in arktischer Kälte bewährt. Sie werden im Laufe der Zeit weder spröde noch klebrig.

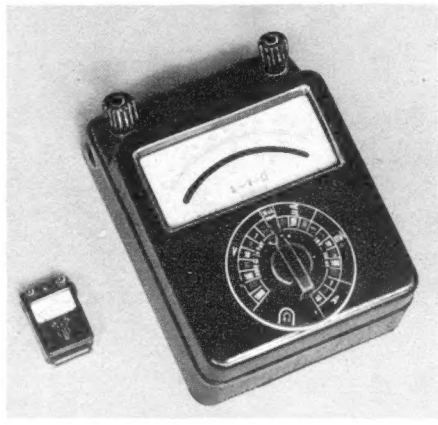
Weitere wichtige Eigenschaften von Siliconkautschuk sind in der **Tabelle 5** zusammengestellt.

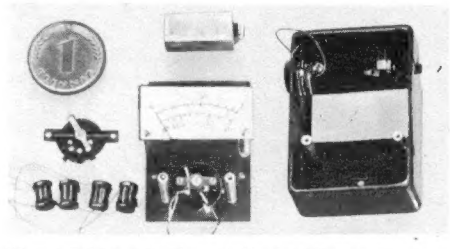
In den letzten Jahren hat sich gezeigt, daß für viele Anwendungen kein besseres Material als Siliconkautschuk zur Verfügung steht. Es ist erfreulich, daß durch die günstige Preisentwicklung Siliconkautschuk jetzt auch dort eingesetzt werden kann, wo die Eigenschaften des neuen Werkstoffes dringend erwünscht sind, jedoch die hohen Kosten eine Anwendung bisher ausgeschlossen hatten.

Das kleinste Meßinstrument der Welt

Ob das genau zutrifft, läßt sich natürlich nicht mit Sicherheit behaupten, aber daß das abgebildete Instrument hinsichtlich seiner Kleinheit etwas Besonderes darstellt, kann wohl nicht bestritten werden. Dabei ist es voll betriebsfähig und zur Messung von Spannung, Strom und Widerstand geeignet. Für den letztgenannten Zweck wurde in dem winzigen Gehäuse sogar noch eine Batterie untergebracht. Auch ein Umschalter für die drei verschiedenen Meßarten ist vorgesehen.

Solche Instrumente werden nicht serienmäßig hergestellt, aber beim Jubiläum eines beliebten Mitarbeiters machen sich die Konstrukteure und Feinmechaniker manchmal einen Spaß daraus, an einer ausgefallenen Leistung zu zeigen, was sie können. Das war auch der Anlaß zur Anfertigung dieses Instrumentes. Bei einer anderen Gelegenheit wurde ein Instrument in der Form einer Krawattennadel angefertigt, bei der die beiden Anstecknadeln gleichzeitig als Stromzuführungen dienten.





Oben: Bild 2. Die Einzelteile des Kleinst-Instrumentes. Man beachte im Verhältnis dazu die Größe des Pfennigstückes

Links: Bild 1. Ein winziges Vielfach-Instrument im Vergleich zu einem normalen Siemens-Multizett. Die Kleinstausführung wurde als Einzelstück zum Jubiläum eines Mitarbeiters gefertigt

Supervorsatz für das 145-MHz-Band

Von Dr. R. Cantz und Gerhard Siegel (DL 6 DX)

Am 10. und 11. Juli findet in München ein Internationales Kurzwellenamateur-Treffen statt; es wird vom Deutschen Amateur-Radio-Club (DARC) in Zusammenwirken mit dem Distrikt Bayern-Süd veranstaltet und ist mit einer instruktiven Ausstellung »30 Jahre Amateurfunk« verbunden. Die Festschrift zum Treffen und zur Ausstellung erscheint im Franzis-Verlag. Aus Anlaß dieses Treffens veröffentlichen wir nachstehend die Bauanleitung für ein sehr begehrtes Amateurgerät.

Auf der deutschen Kurzwellen-Tagung in Iserlohn wurde u. a. über die neuen Ergebnisse in der Schaltung von Eingangs- und Mischstufen referiert und gleichzeitig ein Supervorsatz gezeigt, der für die speziellen Anforderungen im 145-MHz-Band vom Telefunken-Röhrenlabor entwickelt worden war. Die sich an diese Tagung anschließenden Diskussionen zeigten ein großes Interesse der Kurzwellen-Amateure für diese Entwicklungsarbeiten.

Auf Vorschlag von DL 6 DX wurde deshalb der bereits vorliegende Aufbau durch Hinzufügung einer Hochfrequenzeingangsstufe und einer Zf-Stufe so vervollständigt, daß sich damit optimale Ergebnisse und betriebssicheres Arbeiten in diesem Amateurband erzielen lassen.

Das im folgenden beschriebene Vorsatzgerät sollte bei einfachster Bedienung, ausreichender Strahlungsfreiheit und geringer Störanfälligkeit die höchste physikalisch mögliche Empfindlichkeit erreichen und dabei mit preiswerten und handelsüblichen Röhren und Bauteilen aufzubauen sein. Dafür stellt es allerdings einige Anforderungen an eine geschickte räumliche Anordnung der Schaltelemente und Leitungen sowie auch an die Justier- und Abgleicharbeiten bei der Inbetriebnahme. Es scheint deshalb nötig, neben dem Grundkonzept und der Schaltungsfunktion im folgenden auch diese praktischen Fragen näher zu behandeln.

Gedanken für den Entwurf

Bei dem Entwurf war zu berücksichtigen, daß es möglich sein sollte, den Supervorsatz mit jedem beliebigen KW-Empfänger oder Rundfunk-Empfänger, der einen KW-Teil enthält, zusammenzuschalten. Wegen der genannten Forderungen nach Höchstempfindlichkeit und Strahlungsfreiheit mußte vor der Mischstufe eine Hf-Stufe verwendet werden. Man hätte nun an ein Vorsatzgerät denken können, das nur aus einer Hf-Vorstufe und einer Mischstufe mit je einer Triode bestanden hätte. Es wäre damit möglich gewesen, von einer 60-Ohm-Antennenleitung bis zum Eingang des nachgeschalteten Empfängers eine Verstärkung von etwa 45 bis 50 db zu erhalten, die in Verbindung mit einem guten KW-Empfänger ausgereicht hätte.

Nun sollte das Vorsatzgerät auch an solche Empfänger angeschlossen werden können, die nicht gerade die größtmögliche Empfindlichkeit aufweisen. Insbesondere aber mußte man damit rechnen, daß solche Empfänger an ihrem Eingangsanschluß oft keine wirksame Abschirmung besitzen. Letztere ist beim Empfang mit gewöhnlichen Antennen nicht erforderlich; sie wird nur bei hochwertigen Geräten angewandt, die für den Anschluß an eine gut abgeschirmte Antennenanlage bestimmt sind. Schaltet man nun aber vor einen Empfänger mit nicht völlig abgeschirmtem

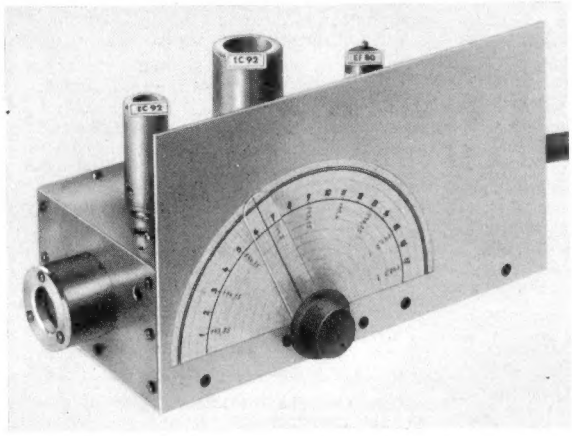


Bild 1. Der Supervorsatz in Vorderansicht

Eingang noch einen Supervorsatz, so nimmt der Empfänger außer der vom Vorsatzgerät abgegebenen ersten Zwischenfrequenz noch alle auf derselben Frequenz liegenden Felder auf. Diese verursachen dann Störungen, wenn ihr Pegel eine mit dem vom Vorsatz gelieferten Zwischenfrequenzpegel vergleichbare Größenordnung aufweist. Praktisch ist es kaum möglich, bei einem vorhandenen Empfänger noch nachträglich eine genügend wirksame Abschirmung des Eingangsteils vorzunehmen; daher bleibt zur Beseitigung dieser Störungen nur die Möglichkeit, den Ausgangspegel des Supervorsatzes entsprechend zu vergrößern. Damit gewinnt man gleichzeitig den Vorteil, zum Anschluß an das Vorsatzgerät auch einen relativ unempfindlichen Empfänger verwenden zu können. Aus diesem Grunde wurde in den hier beschriebenen Vorsatz noch eine erste Zf-Stufe mit eingebaut, die die Gesamtverstärkung um etwa 37 db vergrößert.

Die vom Supervorsatz gelieferte erste Zwischenfrequenz wurde auf 10,7 MHz gelegt. Diese Frequenz wird bekanntlich auch beim UKW - FM - Empfang als Zwischenfrequenz verwendet und ist kaum von störenden Sendern belegt. Man hat dadurch außerdem die Möglichkeit zu Empfangsversuchen mit frequenzmodulierten Sendungen, indem man den Ausgang des Vorsatzes direkt auf den Zf - Teil eines UKW-Rundfunk-Empfängers schaltet.

Die Schaltung

Bild 2 zeigt die Gesamtschaltung des dreistufigen Supervorsatzes. Um das Rauschen der Vorstufe und der Mischstufe so klein wie möglich zu machen, wurden diese mit Trioden ausgeführt (EC 92). Für die Hf-Stufe wurde eine neutralisierte Katodenbasisschaltung gewählt, weil diese eine bessere Eingangsübersetzung im Antennentransformator ermöglicht als eine Gitterbasisstufe. Zur Neutralisation der Gitter - Anoden - Kapazität wurde eine im wesentlichen parallel zu Cga 1 liegende Selbstinduktion LN eingesetzt. Mit dieser wird die Kapazität Cga 1 weggestimmt und dadurch unwirksam gemacht. Eine solche „L - Neutralisation" gelingt bei diesen hohen Frequenzen leichter und genauer als eine Neutralisation mit den üblichen Brückenschaltungen, welch letztere zudem stets die Verstärkung verschlechtern. Der in ihrer Frequenzabhängigkeit liegende grundsätzliche Nachteil der „L-Neutralisation" spielt für den vorliegenden Zweck keine Rolle, denn das 145-MHz-Amateurband umfaßt mit seiner Breite von nur 2 MHz einen sehr kleinen relativen Frequenzbereich.

Es kommt zuweilen vor, daß man bei einer so geschalteten Nf-Stufe trotz der Neutralisation Selbstschwingen feststellt. Untersucht man diese unerwünschte Schwingung, so erkennt man, daß ihre Frequenz nicht im Arbeitsbereich der Vorstufe, sondern z. B. im Dezimetergebiet liegt. Ist dies der Fall, so muß noch ein Dämpfungswiderstand unmittelbar vor die Anode der Hf-Triode geschaltet werden **(Bild 3)**. Dieser wird oft noch mit einer kleinen Selbstinduktion von etwa 10 bis 20 nH (Nanohenry) für die Arbeitsfrequenz überbrückt, damit er in deren Bereich weniger Zusatzdämpfung bewirkt. Diese Selbstinduktion kann in 1 bis 2 Windungen Kupferdraht von ca. 0,5 mm Stärke bestehen, die man mit einem Wickeldurchmesser von etwa 5 mm frei um den Widerstand herum anordnen kann. — Der 60-Ω-Widerstand, der in Bild 2 und 3 in Reihe mit der Anodendrossel Dr 1 gezeichnet ist, verhindert das Entstehen von wilden Schwingungen in einer unterhalb der Arbeitsfrequenz liegenden Eigenfrequenz der Verdrosselungsschaltung.

In Anbetracht der geringen Breite des 145-MHz-Bandes können der Gitterkreis und der Anodenschwingkreis der Hf-Stufe fest auf Bandmitte, d. h. auf 145 MHz, abgestimmt bleiben und man kann auf eine Gleichlauf-Mechanik in dem Vorsatzgerät völlig verzichten.

Die Mischstufe ist ähnlich den heute in der UKW-Rundfunk-Empfangstechnik für 100 MHz gebräuchlichen selbstschwingenden Trioden-Mischstufen geschaltet. Es war dabei allerdings zu berücksichtigen, daß die Schwierigkeiten für das richtige Arbeiten einer solchen Mischstufe mit steigender Frequenz sehr rasch zunehmen. Die frequenzbestimmenden

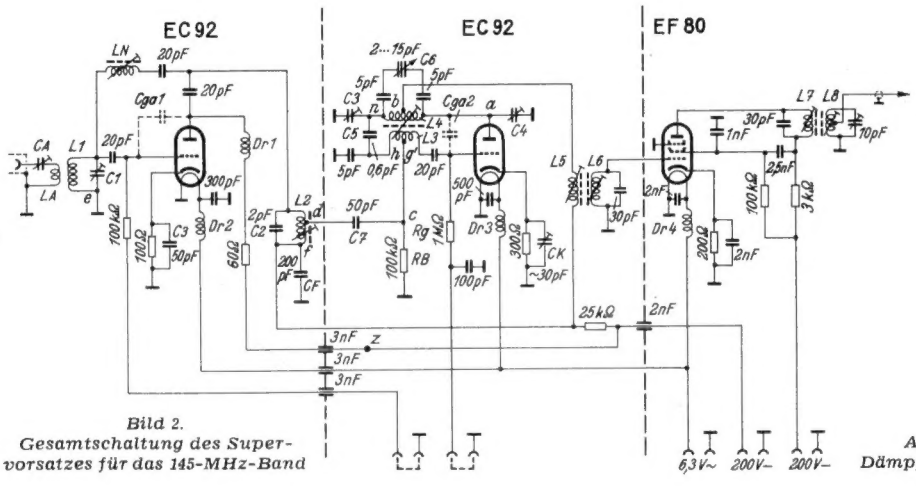


Bild 2. Gesamtschaltung des Supervorsatzes für das 145-MHz-Band

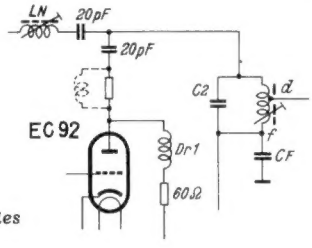


Bild 3. Anordnung des Dämpfungswiderstandes

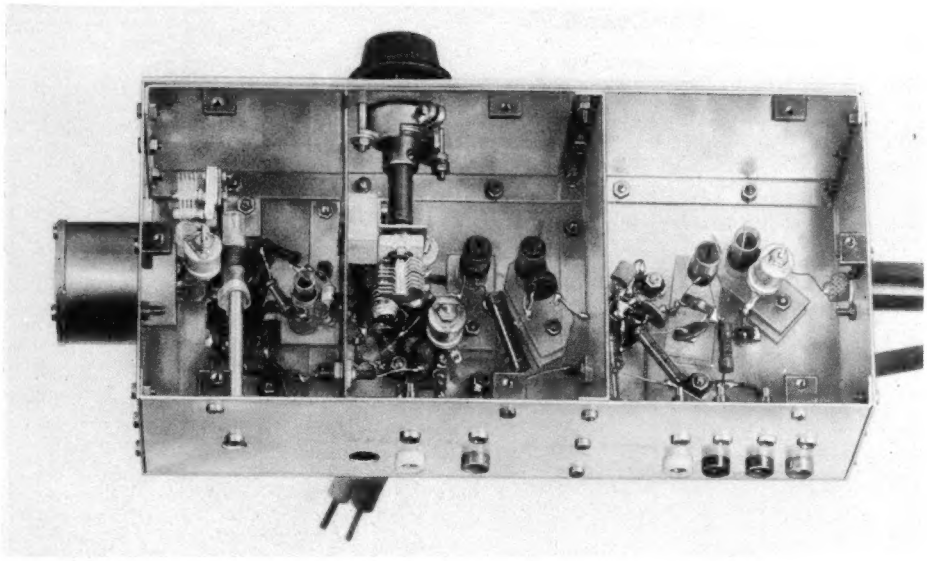


Bild 4. Das Gerät in der Ansicht von unten

Kapazitäten der Oszillatorschaltung werden kleiner, während die Toleranz für die absoluten Änderungen der Oszillatorfrequenz im 145-MHz-Amateurband eine viel engere ist als im 100-MHz-UKW-FM-Rundfunkband. Aus diesem Grunde wurde der Entschluß gefaßt, mit „tiefliegender Oszillatorfrequenz", d. h. mit 133,3 bis 135,3 MHz, zu arbeiten. Die hohen Anforderungen an die Oszillatorkonstanz waren auch hauptsächlich dafür maßgebend, daß für die Hf-Stufe und die Mischstufe zwei getrennte Einzeltrioden EC 92, und nicht etwa eine Doppeltriode ECC 81 oder ECC 85 verwendet wurde, was sonst durchaus möglich gewesen wäre. Die Röhre EC 92 entwickelt bei Mischbetrieb nur relativ wenig Wärme und zeichnet sich somit durch eine viel bessere Frequenzstabilität aus, besonders wenn der frequenzbestimmende Schwingkreis auf der Anodenseite liegt.

Um die zur Antenne gelangende oszillatorfrequente Spannung so klein wie möglich zu halten und dem Eingangskreis eine von der Oszillatorabstimmung unabhängige Abstimmung zu sichern, wurde eine symmetrierte Oszillatorschaltung verwendet. Die Verwendung einer Hf-Vorstufe allein würde bei der verwendeten Schaltung noch keinen genügenden Schutz gegen Oszillatorausstrahlung über die Antenne gewähren. In der Oszillatorschaltung erwies es sich als zweckmäßig, sowohl den Gitterkreis als auch den Anodenkreis zu symmetrieren. Auch die Gitter-Anoden - Kapazität Cga 2 der Mischröhre wurde durch eine Kapazität C 5 nachgebildet. Die zusätzliche Symmetrierung des Oszillator-Anoden-Kreises beseitigt die Schwierigkeiten, die sich sonst durch die Anodenrückwirkung der Mischröhre für die Symmetrieeinstellung des Gitterkreises ergeben und die besonders im 145-MHz-Band diese Einstellung fast unmöglich machen würden. Außerdem wird dadurch die Schwingfähigkeit der Schaltung erhöht, weil zu der induktiven Rückkopplung noch eine phasenrichtig wirkende Rückkopplung über Cga 2 und C 5 hinzukommt.

Die Kopplung zwischen der Hf-Stufe und der Mischstufe wird durch einen angezapften Schwingkreis (L 2 C 2), der den Ausgangskreis der Hf-Stufe bildet, bewirkt; eine Anzapfung desselben ist dann mit der Mitte der Oszillatorrückkopplungsspule verbunden.

Die Mischstufe enthält noch eine weitere Besonderheit, die neuerdings auch in den UKW - Rundfunkgeräten fast immer angewandt wird: nämlich eine künstliche Dämpfungsverminderung für die Zwischenfrequenz. Ohne eine solche zeigt sich bekanntlich [1]. daß der Primärkreis des Zf-Bandfilters durch den Innenwiderstand der Mischtriode und ganz besonders durch kapazitive Rückwirkung über die Gitter-Anoden-Kapazität auf die Gitterseite sehr stark bedämpft wird. Diese zusätzliche Dämpfung kann durch eine Art Brückenschaltung wieder aufgehoben werden. Das Gitter der Mischröhre wird für die Zwischenfrequenz mit einem Schaltungspunkt f in Verbindung gebracht, der eine zu der an der Anode stehenden Zf - Spannung gegenphasige Spannung führt. Dadurch gelangt an das Gitter eine zusätzliche Zf-Spannung, die den Anodenstrom der Mischröhre im umgekehrten Sinne beeinflußt wie die zwischenfrequente Anodenwechselspannung.

Bei einer ganz bestimmten Größe der Kapazität des Fußpunktkondensators CF fließt dann überhaupt kein zwischenfrequenter Anodenwechselstrom in die Röhre zurück; ihre Eigenschaften sind dann praktisch diejenigen einer Pentode mit hohem Innenwiderstand. Macht man CF größer, als diesem Wert entspricht, so tritt wieder eine Verkleinerung des scheinbaren Innenwiderstandes der Mischtriode ein. Eine Verkleinerung von CF dagegen bewirkt, daß der wirksame Innenwiderstand einen negativen Wert annimmt und dadurch sogar eine Entdämpfung des angeschlossenen Zf-Primärkreises eintritt. Gewöhnlich bemißt man CF so, daß noch ein positiver, aber sehr hoher Wert des wirksamen Innenwiderstandes übrig bleibt. Die Mischverstärkung. die man dann mit einer selbstschwingenden Triode erzielt, ist etwa doppelt so groß, wie die mit einer üblichen Mischhexode erreichbare, weil die Mischsteilheit der Röhre EC 92 mindestens doppelt so groß ist wie die der Hexode. Es sei besonders betont, daß die hier beschriebene zwischenfrequente Dämpfungsbeseitigung einen absolut stabilen Betrieb ergibt.

Der Aufbau

Die **Bilder 1** und 4 zeigen eine Vorderansicht des Vorsatzgeräts und eine Ansicht von unten bei abgenommener Bodenplatte. Betrachtet man die letztere, so befindet sich in der ersten Abteilung (links) die Vorstufe. Zwischen ihrer Eingangs- und Ausgangsseite ist keine abschirmende Trennwand erforderlich, weil die Rückwirkung durch die Einstellung der Neutralisation aufgehoben werden kann. Dagegen ist zwischen dem angezapften Anodenkreis der Vorstufe einerseits und der Oszillatorschaltung andererseits eine Trennwand angeordnet, die insbesondere das Eindringen von Oszillatorenergie in die Vorstufe verhindern soll. Im Oszillator- und Mischstufenraum liegt noch das erste Zf-Bandfilter, während die Fassung der Zf-Röhre von der Ebene der nächsten Trennwand durchschnitten wird, so daß die Gitter- und Anodenseite der Zf-Röhre völlig gegeneinander abgeschirmt sind.

Die Hf- und die Mischröhre sind beide durch Metallkappen abgeschirmt. Für die Mischröhre wurde eine besonders großräumige Kappe gewählt, die oben und unten mit ausreichenden Lüftungslöchern versehen ist, so daß sich eine möglichst geringe Erwärmung dieser Röhre ergibt. Man kann hierfür einen Spulentopf oder Elko-Becher verwenden. Bei der Anordnung der Einzelteile und Leitungen war maßgebend, daß die Verbindungen an den wichtigsten Stellen der Schaltung sehr kurz sein mußten. Viele Teile wurden direkt an die Fassungsfedern angelötet; bei dieser Arbeit ist zu beachten, daß die Lötungen nur vorgenommen werden dürfen, während die Röhre oder eine Attrappe in der Fassung steckt.

Der Aufbau der einzelnen Spulen für das Vorsatzgerät geht aus den Maßskizzen **Bild 5** bis **11** hervor.

Bild 12 zeigt nochmals die räumliche Anordnung innerhalb der Vorstufe. Die Neutralisationsspule LN (vgl. Bild 7) wurde so angeordnet, daß weder eine induktive Kopplung mit dem Antennentransformator (LA, L 1) noch mit der Spule L 2 des Anodenschwingkreises oder der Anodendrossel Dr 1 möglich ist. Eine solche Kopplung würde das Minimum der Neutralisation verflachen und die Schaltung möglicherweise unstabil machen: dagegen kann eine geringfügige zwischen L 1 und L 2 wirksame induktive Kopplung durch geeignete Einstellung von LN mitneutralisiert werden. Für die Abstimmung des Eingangskreises der Vorstufe wurde ein Trimmerkondensator mit Luftdielektrikum C 1 (3...18 pF) verwendet. Dieser Eingangskreis wurde sehr verlustarm aufgebaut (kernlose Spule aus versilbertem 1-mm-Kupferdraht). Ein Kreis mit größerer Dämpfung würde sich sehr ungünstig auf die Geräuschzahl der Vorstufe auswirken. Der zur Kopplung mit der Mischstufe dienende Anodenkreis wird mittels eines Abgleichkerns aus Ferrocart FR in der angezapften Spule L 2 auf 145 MHz eingestellt.

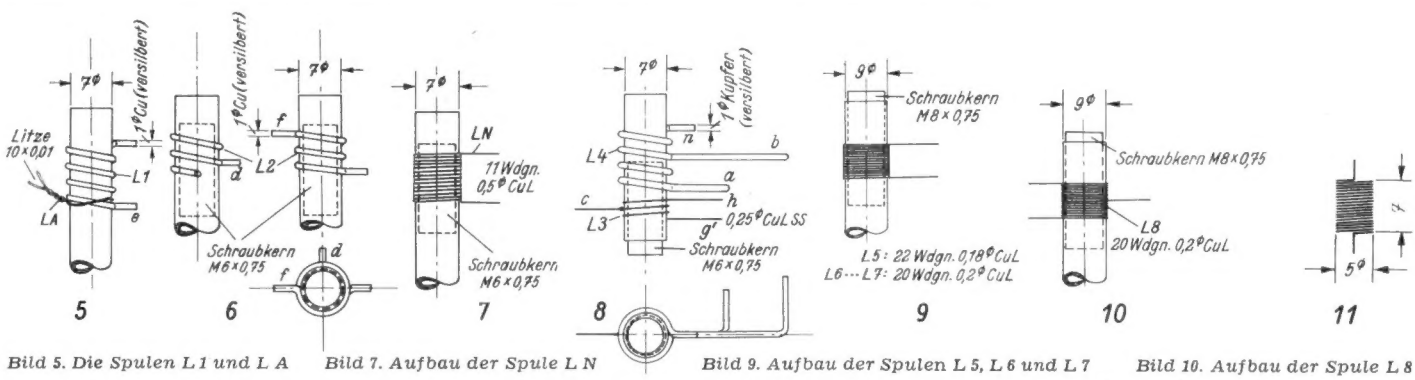


Bild 5. Die Spulen L 1 und L A *Bild 7. Aufbau der Spule L N* *Bild 9. Aufbau der Spulen L 5, L 6 und L 7* *Bild 10. Aufbau der Spule L 8*

Bild 6. Aufbau der Spule L 2 *Bild 8. Die Spulen L 3 und L 4* *Bild 11. Ausführung der Drosseln Dr 1 bis Dr 4, je 20 Windungen 0,25 mm Cu LS*

Besonders wichtig ist eine vorteilhafte Beschaltung der Mischröhrenfassung. Die **Bilder 13** und **14** zeigen, wie die wichtigsten Einzelteile für die Oszillatorschaltung in zwei Baustufen an die Mischröhrenfassung angesetzt wurden. Vor allem kommt es auf die Lage der Verbindungen der Rückkopplungsspule an, da die Selbstinduktion dieser Verbindungsleitungen stark in den Abgleich der Oszillatorbrücke eingeht.

Die Inbetriebnahme

Nach Fertigstellung des Vorsatzgeräts regelt man am besten zuerst die Oszillatorschaltung ein. Die Amplitude der entstehenden Schwingung wird in üblicher Weise durch Messung des Gleichstromes im Gitterableitwiderstand der Mischröhre festgestellt. Der Ableitwiderstand mußte mit Rücksicht auf geringes Gitterstromrauschen sehr hoch gewählt werden (1 MΩ). Dadurch wird der in ihm fließende Strom sehr gering: er soll zwischen 2,5 und 3,5 µA liegen. Zu seiner Messung ist also ein sehr empfindliches Instrument (Vollausschlag 10 bis 30 µA) erforderlich. Auch wenn der Oszillator nicht schwingt, fließt dann ein merklicher Gitterstrom: es ist der sogenannte Anlaufstrom. Dieser entsteht durch die aus der Katode infolge ihrer hohen Temperatur ausgeschleuderten und auf das Gitter gelangenden Elektronen. Man kann diesen Anlaufstrom von dem echtem Schwingstrom dadurch unterscheiden, daß er beim Wegnehmen der Anodenspannung sogar etwas großer wird als mit Anodenspannung, und daß er nur etwa 0,5 µA beträgt.

Nun wird der Drehkondensator C 6 des Oszillators auf Mittelstellung gebracht; man stellt dann die beiden Trimmer C 3 und C 4 so ein, daß die erzeugte Schwingfrequenz 134,3 MHz (Oszillatorfrequenz für die Bandmitte) beträgt, und daß zugleich C 4 zusammen mit der Ausgangskapazität der Röhre etwa eben so groß ist wie C 3. Die richtige Größe der Oszillatorschwingung bzw. des Gitterstromes kann man dadurch erreichen, daß man den Schraubkern der Oszillatorspule in verschiedene Stellungen bringt und dann aufs neue vorgeht, wie beschrieben. Nach mehrmaligem Probieren wird man, wenn der Aufbau in Ordnung ist, den gewünschten Betriebszustand erzielen.

Nunmehr wird der Zf-Ausgang des Vorsatzgerätes mit dem Antennenanschluß des nachzuschaltenden Empfängers verbunden, und es folgt als nächstes die Einstellung der Zf-Spulenkerne. Zu diesem Zweck kann ein auf 10,7 MHz eingestellter Meßsender z. B. über eine kleine Koppelkapazität von 1 pF auf den Punkt c (Mitte der Rückkopplungsspule des Oszillators) oder auch ohne Koppelkapazität direkt auf den Antenneneingang des Supervorsatzes gegeben werden. Im letzteren Falle muß der Meßsender eine relativ große Spannung abgeben können, weil die Hf-Stufe die Zf-Spannungen nicht verstärkt, sondern vielmehr stark abschwächt

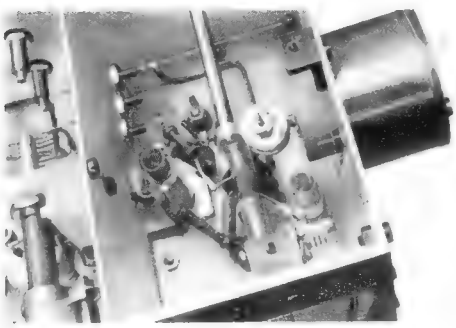


Bild 12. Ein Blick in die Vorstufe

Nach beendeter Zf-Abstimmung gibt man eine Empfangsfrequenz von 145 MHz (Bandmitte) auf den Empfängereingang und stellt zunächst den Oszillator so ein, daß sich Empfang ergibt. Nun muß zunächst die Hf-Stufe neutralisiert werden. Dazu wird ihre Anodenzuleitung bei z unterbrochen. Man stellt jetzt den Schraubkern von LN so ein, daß möglichst wenig Spannung am Ausgang des nachgeschalteten Empfängers herauskommt. Bei dieser Einstellung kann man leicht dadurch irregeführt werden, daß sich das Resonanzverhalten des Gitterkreises und des Anodenkreises störend bemerkbar macht, denn die Resonanz dieser Kreise ist von LN abhängig. Es ist deshalb zweckmäßig, wenn man vor der Einstellung von LN sowohl zum Gitterkreis als auch zum Anodenkreis je einen Widerstand von 300 Ω parallel schaltet. Die hierzu verwendeten Widerstände müssen räumlich sehr klein (1/20-Watt-Ausführung), äußerst kurz angeschlossen und so angebracht sein, daß durch sie keine merkliche zusätzliche Kopplung zwischen den beiden Kreisen zustande kommt. Diese sind dann so stark abgedämpft, daß ihre Resonanz unkritisch wird. Mit einer entsprechend vergrößerten Meßsender-Spannung kann man dann leicht neutralisieren. Sobald LN auf Empfangs-Minimum bei anodenstromloser Hf-Röhre eingestellt ist, werden die beiden Dämpfungswiderstände wieder entfernt und die Anodenzuleitung bei z wieder durchverbunden. Nun können der Gitterkreis und der Anodenkreis in Resonanzabstimmung für 145 MHz gebracht werden. Es wird dann kein unerwünschtes Schwingen der Hf-Stufe eintreten. Die Eingangsübersetzung von einer 60-Ω-Antenne bis zum Gitter der Hf-Röhre beträgt etwa 7.

Zum Schluß ist es gut, nochmals einen Feinabgleich der Oszillatorbrücke vorzunehmen, um auf die geringste mögliche Störstrahlung zu kommen. Dazu muß die an den Antennenklemmen stehende oszillatorfrequente Spannung gemessen und auf ein Minimum gebracht werden. Dabei wird entweder die Antenne oder ein Abschlußwiderstand, der diese ersetzt, angeschlossen. Wenn man über ein genügend empfindliches Galvanometer (<10^{-8} A/Skalenteil) verfügt, kann die Störspannung mittels einer Germaniumdiode gemäß **Bild 15** gemessen werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß man die Störspannung einem zweiten Empfänger zuführt, der auf eine Frequenz von 133 bis 136 MHz abgestimmt werden kann, aber keine große Empfindlichkeit aufzuweisen braucht. Zum Abgleich auf geringste Störspannung verstellt man dann die beiden Trimmer C 3 und C 4 jeweils um kleine, entgegengesetzt gleiche Beträge, bis sich das gewünschte Minimum ergibt. Die Störspannung darf dann nur noch wenige mV betragen. Bei dieser Arbeit muß die Bodenplatte des Supervorsatzes vollständig festgeschraubt sein; für das Trimmen müssen zwei entsprechende Löcher vorgesehen sein. Selbstverständlich muß auch die richtige Lage der Oszillatorfrequenz immer wieder kontrolliert werden.

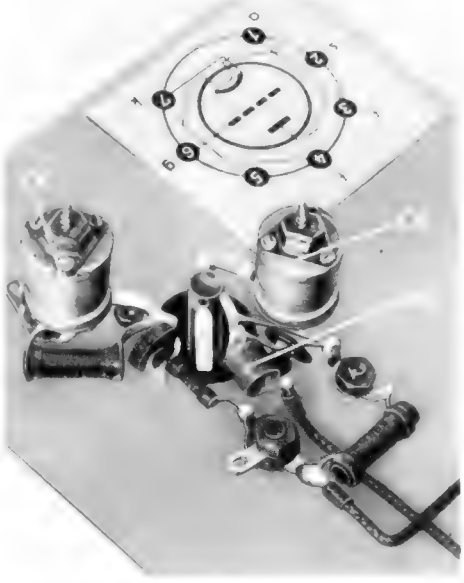


Bild 13. Erste Baustufe bei der Verdrahtung der Mischröhren-Fassung

Bild 14. Zweite Baustufe bei der Verdrahtung der Mischröhren-Fassung

Mit dem hier beschriebenen Supervorsatz wurde in Bandmitte eine Gesamtverstärkung von etwa 85 db erzielt. Die „zusätzliche Geräuschzahl" ergab sich zu 1,6. Die Abstimmung auf einen zu empfangenden Sender war mit Hilfe des eingebauten Mentor-Feintriebes leicht durchzuführen und blieb schon nach kurzer Betriebszeit ausreichend stabil. Es zeigte sich ein bedeutender Vorteil in der Empfangsleistung gegenüber Geräten mit größerer Geräuschzahl.

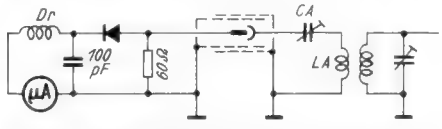


Bild 15. Meßschaltung für die Störspannung

Literatur:

[1] Die Röhre im UKW-Empfänger, Teil II S. 69 ff. Franzis-Verlag, München 1952.

Funktechnische Fachliteratur

Fachrechnen für Rundfunkmechaniker

Von Dipl.-Ing. Georg Rose. 120 Seiten mit 30 Bildern. Preis 3.80 DM. Gebrüder Jänecke, Abt. Buchverlag, Hannover.

Dieses Heft gibt eine ausgezeichnete Grundlage für die planmäßige Ausbildung des Rundfunkmechaniker-Lehrlings im Fachrechnen. Die Wahl der 1140 Aufgaben zeugt von der großen Erfahrung des Verfassers als Lehrherr und Fachlehrer. Jede Aufgabe ist mitten aus dem Alltagsleben oder aus dem speziellen Berufskreis des Rundfunkmechanikers entnommen. Die systematische Gliederung ergibt dabei gleichzeitig eine Art Lehrgang der Funktechnik. So werden im ersten Lehrjahr Flächen und Rauminhaltsberechnungen, Ohmsches Gesetz und alle Gleichstromrechnungen behandelt. Das zweite Lehrjahr bringt Wechselstromrechnungen sowie Schwingkreis-, Röhren- und Meßinstrumentberechnungen. Im dritten Jahr endlich folgen eigentliche Empfängerfragen wie z. B. Spiegelfrequenz-Berechnung, Anpassung von Lautsprechern usw.

Mit diesem Buch wird den Berufsschulen ein anregendes und dabei den Ausbildungsrichtlinien entsprechendes Unterrichtsmittel geboten, das auch vielen Werkstattpraktikern für den Selbstunterricht willkommen sein dürfte.

Rundfunk und Fernsehen

Vierteljahresschrift, herausgegeben vom Hans-Bredow-Institut/Universität Hamburg. 112 S. Preis des Einzelheftes: 3 DM.

Diese Zeitschrift beschäftigt sich vor allem mit der kulturellen, künstlerischen und rechtlichen Seite des Rundfunks und Fernsehens. Das Heft 1/1954 gibt z. B. mit dem reichbebilderten Aufsatz „Dramaturgische Probleme der Fernsehbühnengestaltung" einen interessanten Einblick in die Arbeit des Fernseh-Regisseurs. Auch die anderen Arbeiten, sowie Kurzberichte, Glossen und Buchbesprechungen vermitteln ausgezeichnete Informationen und regen zu eigener Meinungsbildung an.

Raum ist in der kleinsten Hütte

Amateure und andere Anhänger der Funktechnik sind oft gezwungen, sich in der Enge einer Wohnung ihrer Liebhaberei zu widmen. Wie die dabei möglichen Konflikte vor allem durch strenges Ordnunghalten vermieden werden können, schildert die folgende Arbeit.

Ich kenne Funkfreunde aller Schattierungen. Da sind die Radiomechaniker, die in einem Betrieb als Fachleute tätig sind, sich aber daheim ebenfalls mit der Funktechnik und ihren Grenzgebieten befassen. Dort sind Amateure, die sich neben ihrem Beruf die Funktechnik zum Steckenpferd gemacht haben.

Nur Wenige von ihnen verfügen über eine eigene „Funkbude". So spielt sich die Freizeitbeschäftigung mit der Funktechnik innerhalb der vier Wände eines mehr oder weniger geräumigen Wohnraumes ab. Dieser aber ist gleichzeitig der Tummelplatz einer „funkfeindlichen Welt" und tagsüber herrschen dort Frau und Kinder, unbelastet von technischem Verstehen. Der Funkfreund und seine Familie sind zwei Parteien auf kleinem Raum und oft kämpfen sie gegeneinander einen heißen oder kalten Krieg um Platz und Geltung.

Oft war ich bestürzt, wenn ich plötzlich in ein solches Heim kam. In einem heillosen Durcheinander fand ich ein Schlachtfeld des Ringens um das Werk. Auf dem Tisch und auf allen denkbaren Ablegeplätzen lag das Arbeitszeug des Amateurs in wüster Unordnung neben- und übereinander. Aufgeschlagene Fachzeitschriften und Fachbücher, Werkzeug und Werkstoffe, Bauteile aller Art, fertige und halbfertige Baublocks, Versuchsaufbauten und viele andere Dinge lagen herum. Beim Anblick des Arbeitstisches konnte man durchaus nicht erkennen, was nun im Augenblick getan werden sollte. Wollte der Amateur eben die Literaturunterlagen durchsehen und für eine Arbeit bereitstellen? Oder wollte er einen geplanten Baublock nun endlich montieren? Sollte ein Gerät zusammengebaut oder eine Schaltung berechnet werden?

Er behauptet, „so sieht es bei mir nicht immer aus" — Sie sagt das Gegenteil. Sie klagt über Unordnung und er führt Beschwerde, daß man die Ordnung seines Materials immer wieder stört.

Was kommt da aber auch nicht alles vor! Väter werden immer wieder überrascht, wie ihre Sprößlinge herumliegende Werkzeuge und Bauteile als Spielzeug verwenden können. Manche heruntergerissene Röhre, manch wertvolles Bauteil hat sich anscheinend in Luft aufgelöst, denn Scherben oder zerstörte Teile verschwinden ungemein schnell auf „Nimmerwiedersehen" und die Frauen sind zum Schutz ihrer Lieblinge darin wahre Meister.

Ein kleiner Rat zwischendurch: Laßt Eure Kinder nicht mit alten Röhren und unbrauchbaren Teilen spielen. Nicht allein, daß sie sich verletzen könnten, sie sehen bald darin ein rechtmäßiges Spielzeug und können nicht unterscheiden, was alt und wertlos, oder was neu und teuer erworben ist.

Herumliegende Zeitungen und Fachbücher sind stets der Gefahr ausgesetzt, daß sie von den Nachkommen bemalt oder zerschnitten werden. Und die Mutter stellt sich schützend dazwischen: „Räume doch Deine Sachen gefälligst so weg, daß man nicht darüberfällt!" Hat sie nicht recht?

Die meiste Zeit verschwenden viele Amateure mit dem Suchen. Das Aus- und Einräumen verschlingt weitere Zeit, wenn keine Ordnung herrscht. Was bleibt dann für die eigentliche Arbeit übrig? Das Ergebnis dieser Arbeitsweise sieht man gleich auf Anhieb.

Davon will ich aber heute nicht berichten, sondern nur den Rat aussprechen:

Bringen Sie Ordnung in Ihren Arbeitsbereich, auch wenn er nur eine Freizeitbeschäftigung darstellt.

Bringen Sie Ordnung in Ihre Planungen, in Ihre Arbeit, in Ihre damit verbundene Gedankenwelt.

Wahren Sie unbedingte Ordnung auf dem jeweiligen Arbeitsplatz. Es lohnt sich tausendfach.

Schaffen Sie sich einen Platz für Ihre Fachliteratur. Ordnen Sie diese nach einem übersichtlichen Schema.

Achten Sie peinlich darauf, daß Sie selbst und natürlich auch ihre Umwelt diese Ordnung nie stören.

Räumen Sie Ihre Werkzeuge, Ihre Werkstoffe und Bauteile gut auf. Ob Sie nun einen Werkzeugkasten, Werkzeugschrank, das Fach eines Schrankes, eines Regals oder Tisches dafür verwenden, richtet sich nach Ihren Verhältnissen. Am besten schließen sie wichtige Dinge weg. Nehmen Sie nur das heraus, was Sie unmittelbar brauchen und räumen Sie gleich wieder auf, wenn die Arbeit fertig ist. Achten Sie darauf, daß niemand an Ihre Sachen geht. Sie merken dies bestimmt, wenn Sie gute Ordnung halten. Dann steht alles auf seinem Platz und es fällt sofort auf, wenn etwas anders gestellt ist oder fehlt.

Und dann noch ein Rat: Bringen Sie Ihre Mitmenschen nicht in Gefahr. Trennen Sie spannungsführende Teile so ab, daß niemand außer Ihnen den „Betrieb in Gang bringen kann". Bauen Sie alle Ihrer Anlagen „narrensicher", gleichgültig ob es sich um ein elektrisches Spielzeug aus Eigenfertigung für Ihre Kinder, um eine Haushaltshilfe für die Frau oder um das selbstgebaute Heimradio handelt.

Wenn Sie diese Hinweise beachten, wird Ihr Leben harmonischer. Sie haben weniger Ärger und mehr Ruhe zur Arbeit. Sie erkennen, wie viel Material Sie auf kleinem Raum in guter Ordnung unterbringen und stets greifbar haben können. Ihre Leistung steigert sich damit und Sie werden dadurch selbstbewußter. Ihre Angehörigen bekommen Achtung vor Ihnen, Ihrem Material, Ihren Arbeiten, und sie sind mit stolz darauf. Hilmar Schurig

Vorbildlicher Fernsehkundendienst-Wagen

Die Radiogroßhandlung Frank in Dingolfing (Bayern) hat einen Fernsehkundendienstwagen gebaut, der mehreren Zwekken dient. Er ermöglicht einmal Fernsehversuche an verschiedenen Orten, wobei ihn ein eigenes Stromaggregat vom Stromnetz unabhängig macht. Zum anderen können in ihm Vorträge gehalten werden, um den Fachhändler und seinen Kunden das Fernsehen und eventuelle Reparaturen praktisch vorzuführen.

Neben dem Kundendienst für den Fachhändler soll er diesem aber auch vor Augen führen, wie eine Fernsehreparaturwerkstätte am zweckmäßigsten eingerichtet wird. Der Wagen, ein Volkskombiwagen, wurde nach eigenen Entwürfen umgestaltet **(Bild 1)**. Ein Antenne von 12 m Länge kann in kurzer Zeit aufgerichtet werden. Um den Wagen von Hotels und anderen Unterkünften unabhängig zu machen, wird ein Wohnwagen mitgeführt, der nicht nur Konferenz- und Vorführzwecken dient, sondern auch sechs Personen Platz zum Schlafen bietet. Der Wagen hat sich gut bewährt und wird bald regelmäßige Touren in Niederbayern und Oberbayern sowie in der Oberpfalz unternehmen.

Bild 1. Inneres des Fernsehkundendienst-Wagens der Radiogroßhandlung Frank in Dingolfing

Bild 2. Werkstattwagen mit aufgebauter Antenne und Wohnwagen-Anhänger

Internationales Kurzwellenamateur-Treffen 30 Jahre Amateurfunk

Am 10. und 11. Juli veranstaltet der Deutsche Amateur - Radio - Club e. V. in München ein Treffen der Funkamateure mit internationaler Beteiligung. Das Treffen findet in der neuen Kongreßhalle auf dem Ausstellungsgelände Theresienhöhe statt.

Die Veranstaltung wird Funkamateure aus Deutschland und dem Ausland zu geselligen Zusammenkünften, zu einer Reihe von Aussprachen und Besichtigungen und zu verschiedenen Wettbewerben vereinigen. Es werden insbesondere eine Reihe von Funk-Fuchsjagden mit tragbaren Ultrakurzwellengeräten und mit Kurzwellengeräten auf dem 2-m-UKW-Band und auf dem 80-m-Band für Teilnehmer zu Fuß und für motorisierte Jäger durchgeführt.

Das Kurzwellenamateur - Treffen in München wird verbunden mit einer Ausstellung, die unter dem Motto „30 Jahre Amateurfunk" steht. Die Ausstellung wird neben statistischem Material über die Entwicklung und den Stand des Amateurfunkwesens in Deutschland und im Ausland insbesondere die Entwicklung der Geräteausrüstung einer Amateurstation zeigen. So werden Originalstationen aus den Jahren 1924 — 1934 — 1944 und 1954 gezeigt. Eine dem heutigen technischen Stand entsprechende Amateurstation wird während der Dauer der Veranstaltung mit allen Erdteilen in Verbindung stehen.

Eine weitere Abteilung der Ausstellung ist den Zeitschriften und Büchern über den Amateurfunk aus den vergangenen 30 Jahren gewidmet. Es wird eine große Zahl der heute in aller Welt erscheinenden ausschließlich dem Amateurfunkverkehr gewidmeten Zeitschriften gezeigt werden. Die internationalen Siegerdiplome für funksportliche Leistungen werden ebenfalls im Original ausgestellt.

Die Geräte-Ausstellung wird schließlich ergänzt durch eine der Entwicklung der verschiedenen Bauelemente und der Elektronenröhren gewidmete Schau, bei der Bauelemente und Elektronenröhren die auf diesem Gebiete erzielten Fortschritte der Industrie demonstrieren.

Die Ausstellung, die am 11. Juli zur allgemeinen Besichtigung zugänglich ist, ist mit einer Fachbuchausstellung verbunden. In ihr ist der Franzis-Verlag mit seiner Amateur-Literatur vertreten, ferner die Fa. Carl Gabler mit einer internationalen Amateur-Buch- und Zeitschriften-Ausstellung. Zum Amateurtreffen wird eine Festschrift herausgegeben, die jeder Besucher mit der Eintrittskarte erhält; sie erscheint im Franzis-Verlag.

Hochfrequenzleitungen

Von Ing. Otto Limann

In dieser neuen Aufsatzreihe wird in der bewährten Form des Buches „Funktechnik ohne Ballast" und der Artikelserie „Fernsehtechnik ohne Ballast" das so wichtige Gebiet der Hochfrequenzleitungen, Antennenanpassungen usw. behandelt.

Hochfrequenzleitungen und Hochfrequenzkabel dienen zum möglichst verlustarmen Transport von Hf-Energie, zur Herstellung von „Stichleitungen" mit den Eigenschaften von Resonanzkreisen und als Transformationsstücke zur richtigen Anpassung von Antennen. Hf-Leitungen mit besonders genauen Abmessungen werden unter der Bezeichnung „Lechersystem" oder „Meßleitung" auch für Meßzwecke im UKW- und Dezimetergebiet benutzt.

Die physikalischen Gesetze für das Verhalten elektromagnetischer Schwingungen auf Leitungen wurden bereits vor langem für die Draht-Telegrafie und -Telefonie erforscht. (K. W. Wagner, Archiv der Elektrotechnik 1915, und Breisig, Theoretische Telegraphie, 2. Auflage 1924). Die dabei gefundenen Gesetze gelten genau so für höchste Frequenzen. Im UKW-Gebiet läßt sich jedoch das Verhalten viel anschaulicher darstellen, weil die Wellenlänge der Schwingungen in die Größenordnung der Kabellängen kommt. Grundsätzlich gelten alle Gesetze sowohl für Zweidrahtleitungen (symmetrische Leitungen) als auch für Koaxialkabel (unsymmetrische Leitungen). Wir betrachten hier vorzugsweise Zweidraht- oder Paralleldrahtleitungen, weil diese durch das vielfach verwendete UKW-Bandkabel besonders bedeutungsvoll sind.

Die wichtigsten Eigenschaften von Hf-Leitungen werden durch zwei Begriffe festgelegt: Wellenwiderstand und Dämpfung.

Energieleitungen

Bild 1. Unendlich lange Leitung

Koppelt man einen Hf-Generator an eine unendlich lange Paralleldrahtleitung an, so wandert die Hf-Energie an den Drähten entlang und verschwindet im Unendlichen. Dem Generator wird also Energie

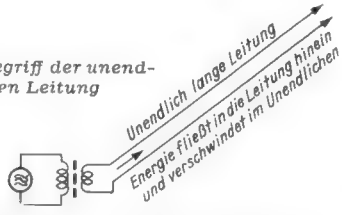


Bild 1. Begriff der unendlich langen Leitung

entzogen. Die Leitung wirkt als Verbraucher, sie belastet den Generator wie ein ohmscher Widerstand, in dem die entnommene Energie verzehrt wird. Diesen Widerstandswert der unendlich langen Leitung nennt man ihren Wellenwiderstand und bezeichnet ihn mit dem Buchstaben Z. Ob dabei der Generator eine Frequenz von 50, 100 oder 200 MHz besitzt, ist ohne Bedeutung. Der Wellenwiderstand einer Leitung ist für alle Frequenzen gleich. Die Leitung schluckt die Energie unabhängig von der Frequenz unter den gleichen Bedingungen in sich hinein, so wie auf einem einsamen Gebirgsgipfel tiefe und hohe Schallfrequenzen gleichmäßig im Raum verschwinden.

Bild 2. Richtig abgeschlossene Leitung

Den Wellenwiderstand einer Leitung kann man berechnen oder mit Wechselstrom messen. Bei den üblichen UKW-Bandleitungen beträgt er etwa 240 Ω.

Verwendet man nun statt der unendlich langen Leitung nur ein kurzes Leitungsstück von z. B. 10 oder 30 m Länge und verbindet die freien Enden durch einen ohmschen Widerstand, dessen Wert genau dem Wellenwiderstand Z der Leitung entspricht, dann verhält sich dieses Leitungsstück dem Generator gegenüber ebenso wie vorher die unendlich lange Leitung, also wie eine Belastung mit dem Wert des Wellenwiderstandes Z. Die Energie fließt über die Leitung zum „Abschlußwiderstand" und wird dort restlos verbraucht. Die Leitung dient dabei nur zum Transport der Energie, ähnlich wie die Lichtleitung, die elektrische Energie zu einer Glühlampe hintransportiert.

Bild 2. Mit ihrem „Wellenwiderstand" Z abgeschlossene Leitung

Die Verhältnisse entsprechen jetzt, um beim vorigen Vergleich zu bleiben, nicht mehr dem Verschwinden des Schalles im freien Raum auf einem hohen Berggipfel, sondern der Abschlußwiderstand verhält sich etwa wie der poröse Wandbelag eines schalltoten Raumes, der die Schallenergie in sich hineinschluckt.

Bild 3. Größe des Wellenwiderstandes

Die beiden parallelen Drähte einer Bandleitung kann man einmal als Kapazität auffassen, die sich aus lauter kleinen Teilkapazitäten ΔC zusammensetzt. Der Wellenwiderstand der Leitung wird um so geringer sein, je größer ihre Kapazität ist, denn ein großer Kondensator besitzt einen geringeren Wechselstromwiderstand als ein kleiner. In einer Formel für den Wellenwiderstand wird also die Kapazität mit ihrem Kehrwert eingehen, man sagt:

Z ist eine Funktion von $\frac{1}{C}$ oder mathematisch ausgedrückt:

$$Z = f \cdot \left(\frac{1}{C}\right)$$

Andererseits besitzen die Leitungsdrähte eine Selbstinduktion, die aus den in Reihe liegenden Teilinduktionen ΔL besteht. Eine größere Selbstinduktion bedeutet aber einen höheren Widerstand für Wechselströme. Eine Leitung mit höherer Selbstinduktion je Längeneinheit besitzt also auch einen höheren Wellenwiderstand. Z ist daher eine Funktion der Selbstinduktion L.

$$Z = f \cdot (L)$$

Multipliziert man diese beiden Formeln, so ergibt sich daraus:

$$Z^2 = f \cdot \left(\frac{L}{C}\right)$$

oder angenähert $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ (Ω, H, F)

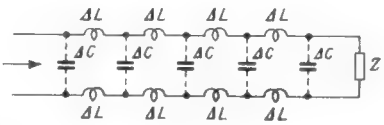


Bild 3. Eine Doppelleitung besteht aus gleichförmig verteilten Kapazitäten und Selbstinduktionen

Für L und C sind die Werte für beliebige, aber gleichlange Leitungsstücke z. B für 100 m einzusetzen. L und C können mit einer normalen Tonfrequenzbrücke gemessen werden. Dies ist sogar zweckmäßig, denn die Messung mit UKW-Frequenzen ist umständlich und erfordert eingehende Kenntnisse der Leitungstheorie. Da der Wellenwiderstand frequenzunabhängig ist, gelten die mit Tonfrequenz gemessenen und errechneten Werte auch für UKW.

Zur Messung von L wird das Leiterstück an einem Ende kurzgeschlossen, so daß es eine Schleife oder eine einzige langgestreckte Spulenwindung bildet. Bei der C-Messung wird einfach die gegenseitige Kapazität der Drähte des gleichen Leiterstückes, aber mit offenen Enden gemessen.

Bild 4. Hf-Leitungen mit verschiedenen Wellenwiderständen

Je enger die Drähte einer Doppelleitung zusammenliegen und je größer der Drahtdurchmesser ist, um so größer ist die Kapazität zwischen den beiden Drähten. Größere Kapazität bedeutet aber geringeren Wellenwiderstand, wie wir vorhin überlegt hatten. Je geringer der Wellenwiderstand einer Leitung ist, desto enger liegen also die Drähte zusammen.

Die Selbstinduktion dagegen ist um so größer, je weiter die Drähte voneinander entfernt sind, denn man erhält dadurch gewissermaßen eine einzige sehr große Spulenwindung. Jedoch besteht hier eine Grenze: Der Abstand der Drähte muß stets viel kleiner als die verwendete Wellenlänge sein! Ist dies nicht der Fall, dann beginnt die Leitung zu strahlen, wie eine richtige Spule. Dadurch geht sehr viel Hf-Energie nutzlos verloren. Bei dem für Meterwellen benutzten Bandkabel betragen deshalb die Abstände der Drähte

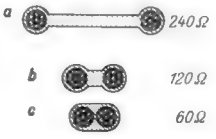


Bild 4. Querschnitte von Doppelleitungen mit verschiedenen Wellenwiderständen

nur einige Millimeter. KW-Amateure dagegen verwenden als Hf-Leitungen für Wellenlängen von 20 bis 80 m Drähte mit Abständen bis zu 15 cm, um die Isolationsfestigkeit und Sprühsicherheit der Speiseleitungen von Sendeantennen zu erhöhen.

Sowohl bei zu weitem, als auch bei zu engem Drahtabstand wachsen die Leitungsverluste. Die besten Eigenschaften von Doppelleitungen erhält man bei Wellenwiderständen um 240 Ω. Diesen Wert hat man daher für die hauptsächlich verwendete UKW-Bandleitung gewählt. Die Entfernung der beiden Leiter hängt dabei vom Drahtdurchmesser und auch von der Dielektrizitätskonstante des Isoliermaterials ab. Stellt Bild 4a z. B. den Querschnitt eines 240-Ω-Kabels dar, so müssen unter sonst gleichen Bedingungen für 120 Ω Wellenwiderstand die Drähte auf den Abstand von Bild 4b und für 60 Ω nach 4c genähert werden. Eine 60-Ω-Leitung läßt sich daher behelfsmäßig aus zwei verdrillten isolierten Drähten herstellen. (Vgl. Funktechnische Arbeitsblätter Sk 81, Franzis-Verlag, München.)

Bild 5. Leitungsdämpfung

Wie bei anderen Bauelementen entstehen auch in der Selbstinduktion und der Kapazität von Hf-Leitungen Verluste. Sie lassen sich angenähert durch ohmsche Serienwiderstände r im Zuge der Leitungen ausdrücken und durch Ableitwiderstände G, die die Verluste im Isoliermaterial darstellen. Die beiden Erscheinungen setzen sich zu einem Gesamtverlust zusammen. Er bewirkt, daß unterwegs auf der Leitung bereits Energie verbraucht wird, so daß nicht die gesamte hineingeschickte Leistung zum Abschlußwiderstand Z gelangt. Als Maß für diese Verluste gibt man meist die Leitungsdämpfung in Neper/km an. Diese Leitungsdämpfung ist aber nicht frequenzunabhängig wie der Wellenwiderstand, sondern die Verluste wachsen mit höheren Frequenzen. Eine Leitung, die bei 100 MHz eine Dämpfung von 6 Np/km besitzt, kann für 200 MHz leicht auf 9 Np/km kommen.

Die Herstellerfirmen sind bestrebt, durch versilberte Leitungen und hochwertige Isolierstoffe die Verluste möglichst gering zu halten. Untersucht man für die eben

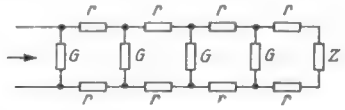


Bild 5. Die Hf-Verluste einer Leitung lassen sich durch Serienwiderstände r und Ableitungen G darstellen. Sie bewirken zusammen eine Spannungsteilung, so daß nicht die gesamte Leistung zum Abschlußwiderstand Z gelangt. Je länger die Leitung ist, um so größer sind die Verluste

angegebenen Werte die Verluste für ein Leitungsstück von 20 m Länge, so ergibt sich:

Dämpfung Np/km	Dämpfung Np/20 m	Spannungsverlust	Leistungsverlust
6	0,12	11,3%	21%
9	0,18	16,5%	30%

(Funktechnische Arbeitsblätter Mth 11, Franzis-Verlag, München.)

Da Hf-Leitungen beim UKW- und Fernsehempfang die aufgenommene Leistung (nicht die Spannung) übertragen sollen, fällt der Leistungsverlust von 30 % für 200 MHz schon sehr ins Gewicht, besonders wenn noch andere Verluste hinzukommen.

Bild 6. Schlauchkabel

Bei dem üblichen UKW-Bandkabel verlaufen die Feldlinien zwischen beiden Leitern nach Bild 6a zum größten Teil durch die Luft, und Luft ist ja im allgemeinen der beste Isolator. Kritische Untersuchungen ergaben jedoch, daß die Dämpfung

Bild 6. Profil eines normalen Bandkabels (a) und eines Schlauchkabels (b)

eines solchen Kabels stark vom Wetter abhängt. Dies wirkt sich besonders schädlich im Fernsehband IV, bei Frequenzen um 500 MHz aus. Messungen zeigten, daß die Dämpfung einer Leitung bei nassem Wetter in diesem Frequenzgebiet auf das fünffache anstieg. Ebenso ungünstigen Einfluß haben Schnee, Salzniederschläge (in Küstengebieten) und Schmutzansätze, denn die Feldlinien verlaufen hierbei zum Teil durch schlechtes Dielektrikum. Salz und Schmutzschichten sind besonders störend, weil sie dauernd am Kabel haften bleiben.

Neuerdings fertigt man Schlauchkabel deshalb mit einem Profil nach Bild 6b an. Hierbei verlaufen die Feldlinien vollkommen geschützt im Innern des Schlauches durch die Luft. Schädliche Staubablagerungen, Nässe usw. bleiben dadurch außerhalb der größten Felddichte und haben keinen Einfluß auf die Leitungsdämpfung mehr. Die guten elektrischen Eigenschaften des Kabels bleiben daher bei jedem Wetter erhalten. Das Eindringen von Nässe in das Kabelinnere ist durch Abdichten der Kabelenden zu verhindern.

(FUNKSCHAU 1953, Heft 17, Seite 342, und 1954, Heft 6, Seite 119.)

Bild 7. Abgeschirmtes Bandkabel

Während das Schlauchkabel nur von einem mechanischen Schutz umgeben ist, um Schmutzablagerungen dicht an den Adern zu vermeiden, besitzt das abge-

Bild 7. Die beiden symmetrischen Adern sind von einer Abschirmung umgeben

schirmte zweiadrige Hf-Kabel eine zusätzliche elektrische Abschirmung, um Störfelder fernzuhalten. Diese Kabelart wird vor allem für Gemeinschaftsantennen-Anlagen und hinter Antennenverstärkern verwendet, und zwar in weiterfester Ausführung für im Freien verlaufende Leitungen und in einfacherer Form für die Verlegung unter Putz.

Bild 8. Koaxialkabel

Beim Koaxialkabel befindet sich nur eine Leitung, durch geeignete Isoliermaterialien gehalten, zentrisch im Innern einer Abschirmhülle. Die Innenseite der Abschirmung dient hier gewissermaßen als

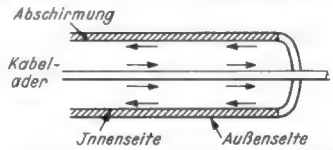


Bild 8. Stromverteilung auf einem Koaxialkabel. Nur die Innenseite der Abschirmung dient zur Rückleitung. Der Außenmantel ist neutral und schirmt Störungen ab.

zweite Ader oder als Rückleitung. Das Feld der Nutzschwingung verläuft ausschließlich im Kabelinnern. Störungen können infolge der Abschirmung nicht eindringen. Das günstigste Verhältnis vom Innen- zum Außendurchmesser liegt bei dieser Kabelart etwa bei Wellenwiderständen von 55 bis 70 Ω. Sie werden deshalb meist für Z = 60 Ω hergestellt.

Hf-Kabel als Resonanzkreise

Bild 9. Die fehlangepaßte Leitung

Weicht der Abschlußwiderstand R_A der Leitung von dem Wellenwiderstand Z ab, so spricht man von Fehlanpassung. Dabei ergeben sich recht verschiedenartige Wirkungen je nach der Größe des Widerstandes und der Länge der Leitung. Der Widerstand am Ende kann von sehr hohen ($R_A = \infty$) bis zu sehr niedrigen Werten ($R_A = 0$), also vom Leerlauf (offene Leitung) bis zum Kurzschluß geändert werden. Dabei ändert sich dann auch der Eingangswiderstand R_E der Leitung, er stimmt dann nicht mehr mit dem Wellenwiderstand Z überein! Statt ohmscher Widerstände kann man aber auch Kapazitäten oder Selbstinduktionen am Ende der

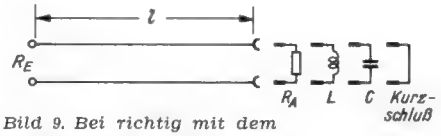


Bild 9. Bei richtig mit dem Wellenwiderstand Z abgeschlossenen Energieleitungen ist die Leitungslänge l ohne Einfluß. Bei andersartigen Abschlußwiderständen ergeben sich je nach der Länge der Leitung ganz verschiedene Eingangswiderstände R_E

Leitung anschließen. Von diesen verschiedenen Möglichkeiten sind vor allem Kurzschluß und Leerlauf wichtig.

Während bei richtig mit dem Wellenwiderstand abgeschlossenen Energieleitungen die Länge keinen Einfluß auf die Leitungseigenschaften hat, spielt sie bei Fehlanpassung eine große Rolle. Besonders wichtig sind hierbei Leitungsstücke, die einer viertel oder einer halben Wellenlänge oder Vielfachen davon entsprechen. Man bezeichnet sie abgekürzt mit λ/4- und λ/2-Leitungen. Diese Leitungsstücke nehmen Resonanzeigenschaften für die betreffende Wellenlänge an. In diesen Fällen ist es zweckmäßiger, mit Wellenlängen zu rechnen, während sonst bei Überlagerungsempfängern, Bandbreiten, Durchlaßkurven usw. stets das Rechnen mit Frequenzen anschaulicher ist.

Bild 10.
Fortschreitende und stehende Wellen

Ist der Abschlußwiderstand nicht mit dem Wellenwiderstand identisch, dann kann die am Leitungsende ankommende Energie dort nicht restlos verbraucht werden. Der nicht aufgenommene Anteil wird reflektiert und wandert an den Leitungsanfang zurück. Auf unser Schallbeispiel übertragen, heißt dies, daß der Schall weder im freien Raum verschwindet wie auf einem Berggipfel (unendlich lange Leitung), noch restlos von den Wänden eines schalltoten Raumes aufgenommen wird (richtig abgeschlossene Leitung), sondern der Schall wird als Echo von einer glatten Wand zurückgeworfen.

Bei einer fehlangepaßten Leitung überlagern sich hin- und rücklaufende Wellen. Dies ergibt wellenförmige Strom- und Spannungsverteilungen längs der Leitung. Man bezeichnet sie als stehende Wellen oder Stehwellen. Zum Vergleich sind in Bild 10a und 10b fortschreitende und stehende Wellen gegenübergestellt. In 10a wandert die als Beispiel gewählte Spannungswelle an der Leitung entlang. Die Wellenberge bewegen sich also über die ganze Leitungslänge hinweg. Ein Voltmeter zeigt an jeder Stelle der Leitung den gleichen Spannungswert an so wie bei einer ganz gewöhnlichen Wechselstromleitung.

In Bild 10b ist eine am Ende kurzgeschlossene Leitung von der Länge $l = \lambda$ dargestellt. An diesem Kurzschluß kann sich keine Spannung aufbauen, hier herrscht also stets die Spannung Null zwischen beiden Leitern. Dagegen muß im Abstand λ/4 vom kurzgeschlossenen Ende das eigentliche Spannungsmaximum der Sinuswelle entstehen. Hier befindet sich also ein „Spannungsbauch". Im Abstand λ/2 vom Kurzschluß muß dagegen, entsprechend dem sinusförmigen Verlauf, die Spannung wieder Null sein. Hier liegt ein „Spannungsknoten". Der schwingende Zustand drückt sich dadurch aus, daß die Bäuche nicht wie die Wellenberge fortschreitender Wellen weiterrollen (Meereswellen), sondern stets an der gleichen Stelle von positiven zu negativen Werten pulsieren (schwingende Saiten einer Geige).

(Fortsetzung folgt)

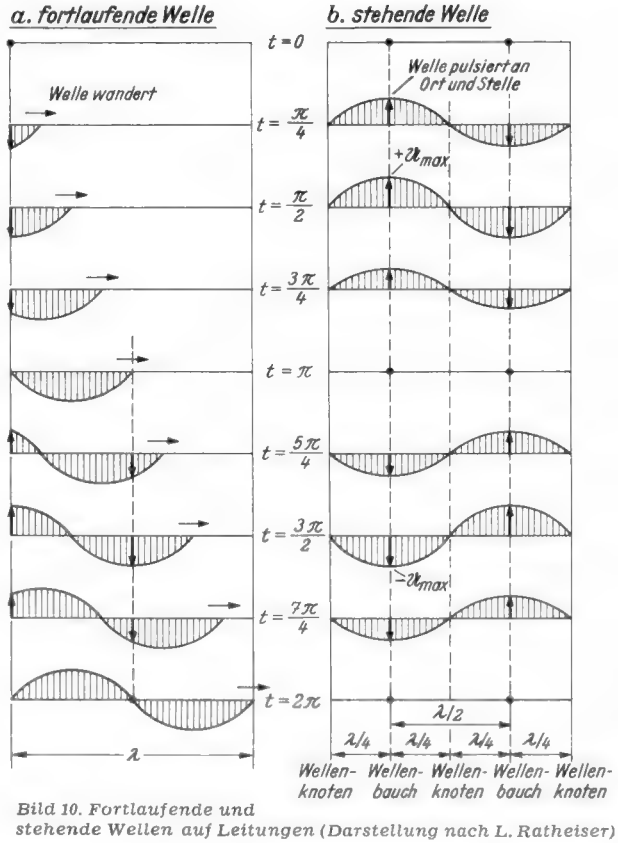


Bild 10. Fortlaufende und stehende Wellen auf Leitungen (Darstellung nach L. Ratheiser)

ELEKTRONIK

Nr. 5 Ingenieur-Beilage zur FUNKSCHAU **Juli 1954**

Teilchenbeschleuniger

I. Grundsätzliches über Teilchenbeschleuniger und ihre Anwendungen

Von HERBERT G. MENDE

Die Beschleunigung kleinster geladener Teilchen hat nicht nur wissenschaftliches Interesse, sondern ist auch von hoher praktischer Bedeutung — wir brauchen nur daran zu denken, daß es ohne die Möglichkeit, z. B. Elektronen zu beschleunigen, weder eine Fernsehbildröhre heutiger Leistung noch ein Betatron zur Krebsbekämpfung gäbe. Viele weitere Berührungspunkte mit unserem engeren Arbeitsfeld lassen eine nähere Betrachtung dieses Randgebietes der Elektronik wünschenswert erscheinen.

Unter dem Sammelbegriff „Teilchenbeschleuniger" können wir alle Geräte und Apparaturen zusammenfassen, deren Aufgabe es ist, Elementarteilchen, wie Elektronen, Protonen usw., so zu beschleunigen, daß sie als Wurfgeschosse hoher Energie zur Beeinflussung anderer Atomsysteme (Ionisierung, Kernspaltung, Sekundärstrahlung usw.) zur Verfügung stehen. Eine Übersicht über die als Wurfgeschosse in Betracht kommenden Teilchen vermittelt *Tabelle I*. Von allen diesen Teilchen nehmen wir an, daß sie im Ruhezustand keine Geschwindigkeit besitzen; sie bewegen sich zwar im Molekül- und Atomverband und unter dem Einfluß der Temperatur recht lebhaft, sind dabei aber stets innerhalb eines eng begrenzten Raumes aufzufinden.

Erst unter dem Einfluß einer äußeren Kraft, z. B. eines elektrischen Feldes, können sich die Teilchen aus ihrem Ruhebereich entfernen, und sie werden dabei um so mehr beschleunigt (erhalten also eine um so höhere Endgeschwindigkeit), je stärker die Wirkung des Feldes ist. Während die Wirkung des Feldes auf ungeladene Teilchen äußerst gering ist, äußert sie sich bei geladenen Teilchen je nach den Polaritätsverhältnissen als Anziehung oder Abstoßung und somit beschleunigend oder verzögernd. Ein durch den Einfluß eines richtig gepolten Feldes auf eine bestimmte Endgeschwindigkeit beschleunigtes Teilchen behält diese Geschwindigkeit im freien (und feldfreien) Raum bei. Dabei besitzt es eine kinetische Energie, die sich nach bekannten mechanischen Gesetzen gleich der Hälfte des Produktes aus seiner Masse und aus dem Geschwindigkeitsquadrat ergibt. Auf ein Hindernis trifft es dann mit um so höherer Wucht, je höher die kinetische Energie ist, d. h. je größer die Masse und je höher die Geschwindigkeit des Teilchens ist. Mit modernen Teilchenbeschleunigern erreicht man leicht Geschwindigkeiten, die über 10% und bis nahezu 100% der Lichtgeschwindigkeit betragen. In diesem Bereich ist jedoch nach Einsteins Relativitätstheorie die Masse des Teilchens nicht mehr konstant, sondern sie nimmt mit der Geschwindigkeit zu. Die relativistische Massenzunahme ist bei Elektronen schon zu beobachten, wenn sie mit Spannungen von mehr als 10 000 Volt beschleunigt werden. Hierfür gibt *Tabelle II* einige Anhaltspunkte. Bei gleicher Spannung werden andererseits schwerere Teilchen weniger stark beschleunigt, so daß sich bei ihnen erst bei wesentlich höheren Spannungen eine relativistische Massenzunahme bemerkbar macht. Wie stark die mit einer Spannung von z. B. 100 V im Vakuum erreichbare Geschwindigkeit mit zunehmender Teilchenmasse sinkt, zeigt als Beispiel *Tabelle III*.

Da die Teilchengeschwindigkeit und damit die kinetische Energie in sehr einfacher Form von der beschleunigenden Spannung abhängt — die kinetische Energie ist das Produkt aus Teilchenladung und durchlaufener Spannungsdifferenz —, wählte man als Energiemaß das Elektronenvolt eV. 1 eV ist hiernach die kinetische Energie, die ein Teilchen mit der Ladung e nach Durchlaufen einer Spannung bzw. eines Potentialunterschiedes von 1 V besitzt (1 eV = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Ws). Nach der in eV erreichbaren Teilchenenergie wird auch die Leistungsfähigkeit der Teilchenbeschleuniger beurteilt, ohne daß man aus dieser Angabe ohne weiteres auf die Beschleunigungsmethode und die tatsächlich benutzten Spannungen schließen könnte. In der Röntgen- und Strahlentherapie beurteilt man dagegen nach der Höhe der benutzten oder erreichten Spannung die Härte der erzeugten Strahlung. Man spricht z. B. von Mittelvoltstrahlung (180...400 kV), Supervoltstrahlung (500...3000 kV) und Multimillionenvoltstrahlung (20...30 MV). Nach der Härte unterscheidet man:

Härte	Spannung	Wellenlänge in Å
sehr weich:	0,25... 10 kV	60 ...1,3
weich:	10 ...100 kV	1,3 ...0,1
hart:	0,1 ... 1 MV	0,1 ...0,01
ultrahart:	1 ...500 MV	0,01...0,00002

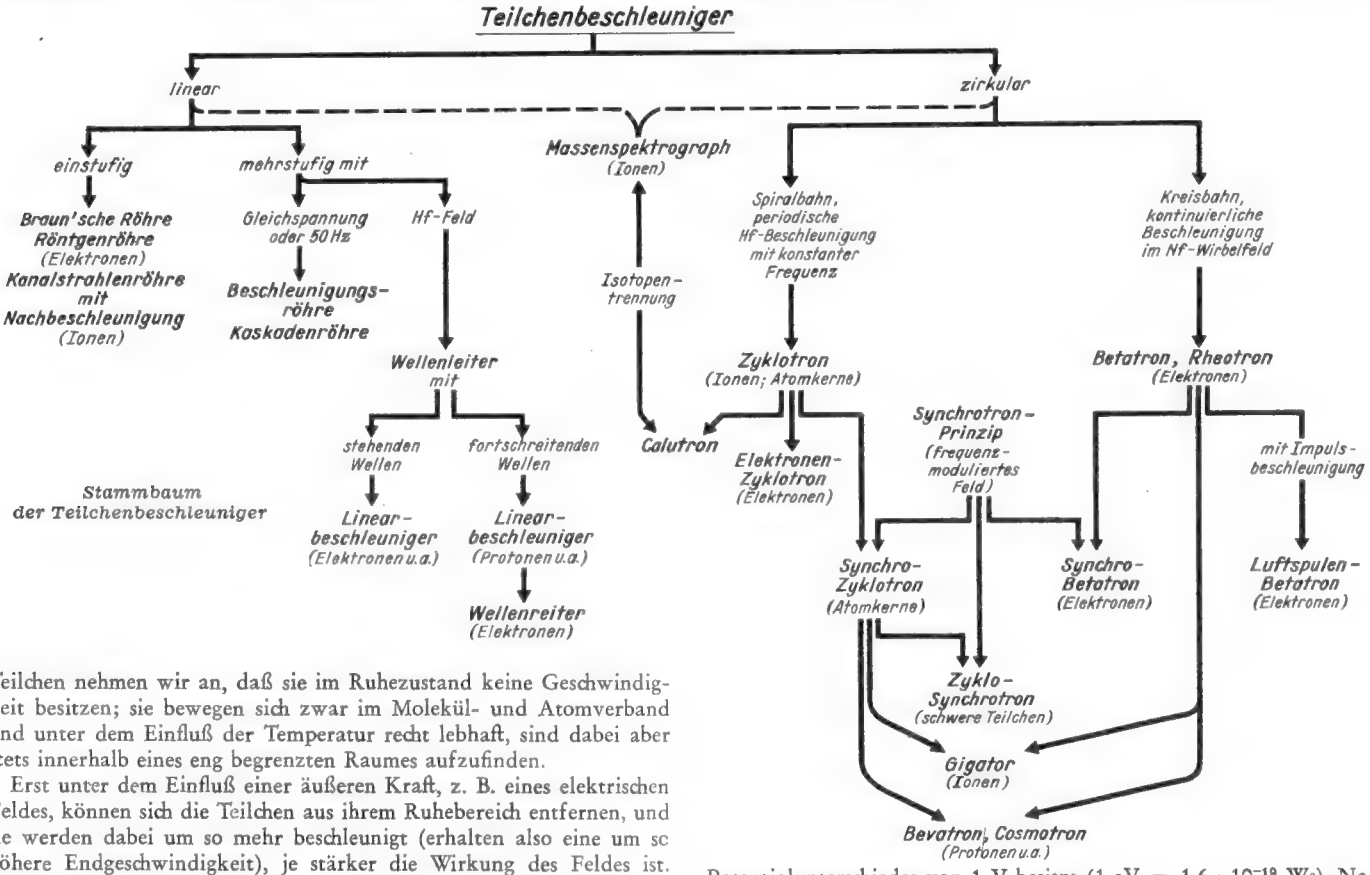


Tabelle I. Zusammenstellung einiger Elementarteilchen

Teilchen	Art	Ruhemasse	Ladung $e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ As
Proton	Wasserstoffkern, -ion	1 Masseeinheit (ME) ($= 1{,}673 \cdot 10^{-24}$ g)	e^+
Elektron (β-Teilchen)	kleinster negativer Atombestandteil	$\frac{ME}{1835}$ ($= 9 \cdot 10^{-28}$ g)	e^-
Neutron	Kernbestandteil	etwa 1 ME	0
Deuteron	schwerer Wasserstoffkern (Proton + Neutron)	2 ME	e^+
α-Teilchen	Heliumkern (2 Protonen + 2 Neutronen)	etwa 4 ME	$2e^+$
Ion	Atom mit zu hoher oder zu niedriger Elektronenzahl	je nach Element	+ oder −
Meson	schweres Elektron (kurzlebig)	100...350 Elektronenmassen	e^-

Tabelle II. Richtwerte für die Beschleunigung von Elektronen

Spannung (V; eV)	Endgeschwindigkeit der Elektronen im Vakuum (km/sec)	% der Lichtgeschwindigkeit	Massenzunahme etwa ... fach	Vorkommen z. B.
10^0	594	0,189	—	
10^1	1 880	0,626	—	Radioröhre
10^2	5 940	1,89	—	
10^3	18 800	6,26	1,002	Braunsche Röhre, Bildröhre
10^4	58 500	19,5	1,02	
10^5	164 385	54,8	1,2	Hochleistungs-Oszillograf
10^{6*})	282 192	94,13	2,96	Bandgenerator, Linearbeschl.
10^{7*})	299 430	99,88	18,25	Betatron
10^{8*})	299 784	99,998	158	Betatron, Synchrotron
10^{9*})	$299\,789_9$	99,99998	1580	(Bevatron)
	299 790	100		

*) Äquivalente Werte, meist durch Mehrfachbeschleunigung mit kleineren Spannungen erzielt.

Tabelle III.
Ruhemasse und Geschwindigkeit (bei 100 V) verschiedener Teilchen

Teilchen	Ruhemasse (relativ)	Geschwindigkeit bei 100 V etwa ..... km/sec
Elektronen	1	5940
Protonen	1835	139
Deuteronen	3670	98
α-Teilchen	7340	69

Wir sehen übrigens aus diesem Beispiel, daß man auch die Röntgenröhre zu den Teilchenbeschleunigern rechnen kann, auch wenn man sie nicht als solchen bezeichnet. Wir haben daher in den *Stammbaum* der Teilchenbeschleuniger auch die Röntgenröhre aufgenommen. In dieser Darstellung sind zwei Hauptgruppen zu unterscheiden: die linearen Beschleuniger und die Schleudern mit kreis- und spiralförmigen Bahnen. Jede Gruppe umschließt eine Anzahl verschiedenartiger Anordnungen, deren jede bestimmte Vor- und Nachteile hat, so daß sich die Wahl des Beschleunigers im wesentlichen nach dem Verwendungszweck richtet.

Die hauptsächlichen Anwendungsgebiete von Teilchenbeschleunigern sind die wissenschaftliche Forschung, die Kernphysik und hier besonders die Herstellung von Stoffen mit künstlicher Radioaktivität, die Röntgen- und Strahlentherapie der Medizin und die Werkstoffprüfung. Dabei kann man dann weiterhin unterscheiden zwischen der unmittelbaren Anwendung der beschleunigten Teilchen und den Fällen, in denen die Teilchen erst beim Auftreffen auf ein Hindernis die benötigte Strahlung erzeugen.

Wie wir noch sehen werden, begann die Geschichte der Teilchenbeschleuniger im Jahre 1902 mit der Nachbeschleunigung von Kanalstrahlen — ein Prinzip, das grundsätzlich auch bei modernen Linearbeschleunigern mit Ionenquellen noch angewandt wird. Die einstufige Beschleunigung für hohe Teilchenenergien findet jedoch bald durch Isolations- und andere Schwierigkeiten bei der Anwendung höchster Spannungen eine Grenze. Deswegen ging man nach 1925 (Ising u. a.) dazu über, die Beschleunigung in mehreren Stufen mit kleineren, gut beherrschbaren Hochfrequenzspannungen vorzunehmen, doch wird dabei die Baulänge eines solchen Beschleunigers für hohe Energien unhandlich groß, wenn man nicht durch Verwendung sehr hoher Frequenzen die einzelnen Stufen kurz halten kann. Da in den zwanziger Jahren keine leistungsfähigen KW- und UKW-Generatoren zur Verfügung standen, wickelte man im Zyklotron durch ein starkes Magnetfeld die Teilchenbahn spiralförmig auf. Dieses Prinzip wurde dann weiter zum Synchrozyklotron vervollkommnet; es eignet sich jedoch nicht für leichte Teilchen wie Elektronen, die besser durch eine andere Anordnung — das Betatron (Wideröe 1927) und das Synchrobetatron — mit kreisförmiger Teilchenbahn beschleunigt werden.

Mit den Eigenschaften und Anwendungen aller dieser Teilchenbeschleuniger einschließlich der neuesten Ausführungsformen (Bevatron u. a.) beschäftigen sich die folgenden Aufsätze dieser Reihe.

Die Elektronik hat sich endgültig durchgesetzt

Eindrücke von der diesjährigen Industrie-Messe Hannover

Noch vor zwei Jahren mußten wir an dieser Stelle (Elektronik 1952, Nr. 2, S. 13) betonen, daß die Elektronik ernst zu nehmen sei und daß die Tendenz „Elektronik um jeden Preis" auf einige kleinere Betriebe beschränkt bleibe. Im Vorjahr (Elektronik 1953, Nr. 5, S. 35) konnten wir bereits melden, daß sie zu einem echten Helfer der Rationalisierung, der Produktionserhöhung und der Qualitätssteigerung geworden sei. Wenn wir nun heute die Quintessenz aus den vielseitigen Eindrücken der diesjährigen Industriemesse in Hannover in wenigen Worten wiederzugeben versuchen, so ist festzustellen, daß elektronische Mittel in vielen Industriezweigen zu selbstverständlichen Bestandteilen hochwertiger Maschinen und Einrichtungen wurden.

Mit der gesteigerten Bedeutung elektronischer Regel- und Meßverfahren hat die Tendenz zur Schaffung vielseitig verwendbarer Bausteine einen neuen Antrieb erfahren. Zwar sind wir noch weit von dem Idealzustand entfernt, der sich durch genormte Pegel- und Anpassungswerte an den Ein- und Ausgängen der einzelnen Bausteine (Geber, Wandler, Verstärker, Stellglieder, Zähler usw.) dokumentieren würde, doch stellen schon die jetzt greifbaren Lösungen echte Fortschritte dar. Denn sie sind nicht an vorbestimmte Anwendungsfälle gebunden und können folglich in relativ größeren Stückzahlen und somit preisgünstiger hergestellt werden.

Eine wichtige Aufgabe der Weiterentwicklung ist die Erhöhung der Betriebssicherheit. Nachdem sich die Verbraucherseite davon überzeugt hat, daß zweckgerichtet konstruierte und vorschriftsmäßig betriebene Röhren gegenüber manchen Einzelteilen wie Widerständen, Potentiometern und hochbeanspruchten Kondensatoren im Rahmen der garantierten Lebensdauer nahezu unverwüstlich erscheinen, ist einer der Haupteinwände gegen die Verwendung elektronischer Geräte in der Industrie gefallen. Fortschritte sind hier bei vielen Firmen zu erkennen, die inzwischen erkannt haben, daß bei den industriellen Anwendungen der Elektronik nicht fernmelde- oder radiotechnische Verhältnisse vorausgesetzt werden können, sondern daß man feuchtigkeits-, staub- und erschütterungssichere Geräte bauen und deren Einzelteile überdimensionieren muß, um wirklich betriebssichere Anordnungen zu erhalten.

Im ganzen gesehen erstrecken sich die Neuerungen — gemessen am Stand des Vorjahres — auf einige grundsätzlich neue Geräte und auf eine Vielzahl kleiner Verbesserungen und Verfeinerungen bekannter Ausführungsformen. Es mag daher in diesem Jahr darauf verzichtet werden, einen lückenlosen Querschnitt durch das gesamte Anwendungsgebiet der Elektronik zu ziehen, um den wirklichen Neuerungen um so mehr Raum widmen zu können. An Hand zwanglos aufeinanderfolgender Einzelberichte, von denen der erste auf Seite 38 dieser Ausgabe beginnt, werden wir dennoch einen guten Überblick über den heutigen Stand der Elektronik gewinnen.

Die Technik der Impulserzeugung

Von Dr. Rudolf Goldammer

Spannungsimpulsreihen sind auf vielen Teilgebieten der neuzeitlichen Nachrichtentechnik und der Elektronik von größter Wichtigkeit. Für den Funktechniker stehen sie als Synchronisierzeichen in Fernsehempfängern im Mittelpunkt des Interesses. Ebenso beruht die Funkmeßtechnik auf der Ausstrahlung und auf dem Empfang von impulsgetasteten Hf-Signalen. In der Elektronik arbeiten vor allem die Zählwerke und Rechenmaschinen mit Impulsreihen. — Die folgende Arbeit bringt deshalb eine Übersicht über die Grundlagen der Impulserzeugung.

In der Theorie und Praxis der klassischen Rundfunktechnik arbeitet man nach Möglichkeit mit reinen, also unverzerrten Sinusschwingungen; ja, die Übertragungsgüte eines Systems wird besonders durch Angaben darüber charakterisiert, wieviel oder wie wenig die Sinusschwingungen in ihrer Form verändert bzw. verzerrt werden. Es würde daher übel vermerkt werden, wenn man bei einem Übertragungsweg des Rundfunks feststellen müßte, daß eine Sinusschwingung etwa zu einer Trapez- oder gar zu einer Rechteckschwingung entartete. In dem Bestreben, Sinusschwingungen unverzerrt zu übermitteln, hat sich so eine sehr vollkommene Technik entwickelt.

Im Anfang der elektrischen Nachrichtenübertragung stand jedoch nicht der Rundfunk, sondern bekanntlich die Drahttelegrafie, die — schon weil man damals praktisch nur den Gleichstrom kannte — von der Sinusschwingung noch nichts wußte, sondern geberseitig eine Gleichspannungsquelle entweder in gleichbleibender oder mit gewechselter Polarität in einem bestimmten Rhythmus auf eine Leitung schaltete, an deren Ende man mit Hilfe geeigneter Einrichtungen die über die Leitung kommende Nachricht lesbar machte. Man verwendete also — wie wir heute sagen — Rechteckimpulse *(Bild 1a)* und fand es sehr ärgerlich, daß diese am Ende der Leitung in einer Form ankamen, die der des Originals nur noch schwach ähnelte *(Bild 1b)*.

Mit dem Fortschreiten der theoretischen Erkenntnis solcher Vorgänge lernte man, daß kein krasser Gegensatz zwischen Impuls- und Sinustechnik — wenn man so sagen darf — besteht, sondern daß der Impuls nahe mit der Sinusschwingung verwandt ist. Analysiert man z. B. eine periodische Rechteckschwingung *(Bild 3a)* mathematisch, so erkennt

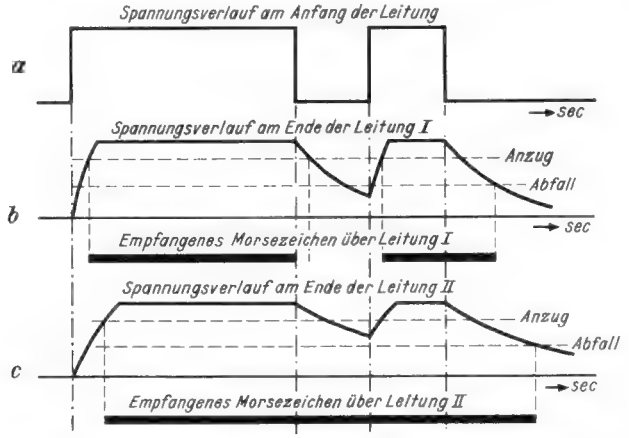


Bild 1. Einfluß der Leitungskapazität auf Morse-Impulse. a) Geberseitige Morse-Impulse, b) und c) Verzerrung dieser Morse-Impulse am Ende der Leitung. Im Falle c ist das vom Geber ausgehende Zeichen n bereits unkenntlich

man, daß sie aus einer (unendlichen) Folge von Sinusschwingungen zusammengesetzt ist, und zwar aus der Grundwelle I und ihrer dritten (III), fünften (V), siebenten usw. Harmonischen, die mit gewissen Spannungsanteilen vertreten sind *(Bild 3b)*. Addiert man diese Komponenten z. B. bis zur fünften Harmonischen, so erhält man zwar noch keine Rechteckschwingung, aber immerhin eine gute Annäherung an eine solche (gestrichelte Summenkurve in Bild 3b). Angenommen, es handle sich bei der Rechteckschwingung in Bild 3a um eine solche von 500 Hz, so sieht man, daß der Übertragungsweg mindestens eine Bandbreite von $5 \times 500 = 2500$ Hz haben muß, um die Rechteckform angenähert zu übertragen. Vorteilhafter wäre es, wenn noch die 9. oder 11. Harmonische durchgelassen würden.

Handelt es sich nicht um eine Rechteckschwingung, sondern um regellos der Zeit nach verteilte Rechteckimpulse, so muß sich der Übertragungsingenieur noch mehr anstrengen, denn für einen Einzelimpuls *(Bild 2)* kann mathematisch gezeigt werden, daß sein Frequenzspektrum sich aus Teil-Sinusschwingungen aller Frequenzen, die im Gegensatz zur periodischen Rechteckschwingung alle die gleiche Amplitude mit dem Wert

$$\frac{1}{\pi} E_0 t_0 d\omega$$

haben, zusammensetzt, wobei E_0 die Impulsspannung, t_0 die Impulsdauer, ω die jeweilige Kreisfrequenz $2\pi f$ ist.

Im Laufe der Entwicklung ist die Impulstechnik natürlich nicht im niederfrequenten Bereich der Drahttelegrafie stehen geblieben, sondern sie hat sich über Impulsdauern von Milli- und Mikrosekunden

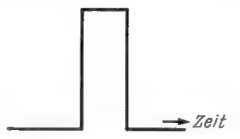
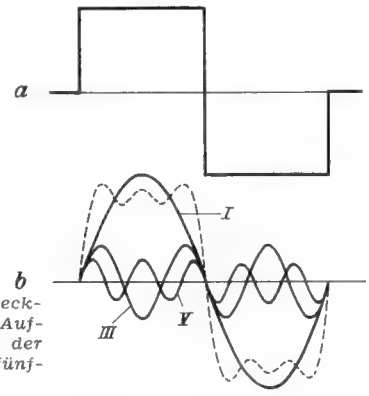


Bild 2. Schmaler Einzelimpuls. Er besteht aus einem Frequenzspektrum von Sinusschwingungen aller Frequenzen



Rechts: Bild 3. Periodische Rechteckschwingung; a = ideale Form, b = Aufbau unter Berücksichtigung der Grundwelle, der dritten und der fünften Harmonischen

zu den Mikromikrosekunden weiterentwickelt. Ihre wichtigsten Anwendungsgebiete sind heute das Fernsehen, die Funkmeßtechnik (Radar), die Impulsmodulationssysteme der Nachrichtenübertragung, die elektronischen Rechner und viele Verfahren der Industrie-Elektronik.

Es ist klar, daß man mit zunehmender Kürze der Impulse den mechanischen Impulsgeber, dessen Vorfahre die Morsetaste ist, verlassen und nach elektronischen Mitteln suchen mußte, die einmal Kurzzeit-Impulse und außerdem eine rasche Impulsfolge herzustellen gestatteten.

Als Erstes soll in diesem Zusammenhang die Erzeugung periodischer Rechteckschwingungen entsprechend Bild 3 behandelt werden. Eine erste Möglichkeit besteht darin, eine Sinusschwingung in einer ihrer Halbwellen abzuschneiden, und zwar mit Hilfe einer vorgespannten Diode *(Bild 4a)*. Führt man den Klemmen 1...2 die in *Bild 4b* oben dargestellte Schwingung zu, so erscheint diese an den Ausgangsklemmen 3...2 in unveränderter Form, solange ihre Amplitude unterhalb der Vorspannung V bleibt. Überschreitet die Spitzenspannung den Wert V, so wird die Diode leitend, und die Schaltung begrenzt die Ausgangsspannung an 3...2 auf praktisch den Wert V (Bild 4b unten). Voraussetzung für diese Wirkung ist, daß der Serienwiderstand R groß gegen den Innenwiderstand der Diode gewählt wird, z. B. 0 5 MΩ gegen 500 Ω.

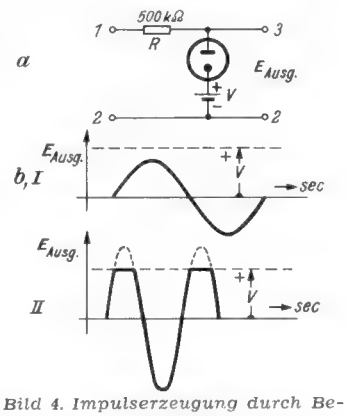


Bild 4. Impulserzeugung durch Begrenzung mit Diode. Die Begrenzung ist unwirksam, solange die Amplitude der zu begrenzenden Schwingung kleiner als die Vorspannung der Diode ist (b, I). Erst bei Überschreitung der Vorspannung lassen sich Impulse erzeugen (b, II)

Diese Schaltung hat einen kleinen Schönheitsfehler insofern, als die untere Halbwelle der Sinusschwingung erhalten bleibt. Es ist also noch eine weitere gleiche Beschneidungsschaltung notwendig, um eine vollständige Rechteckschwingung zu erhalten.

Mit weniger Aufwand arbeitet die Schaltung *Bild 5a* unter Verwendung einer Triode. Auch in diesem Falle wird den Eingangsklemmen 1...2 eine Sinusschwingung zugeführt *(Bild 5b*, oberste Kurve). Mit Hilfe der in *Bild 5c* wiedergegebenen Röhrencharakteristik

und den weiterhin in Bild 5 angegebenen Größen läßt sich die Umformung der Sinus- in eine Rechteckschwingung leicht ermitteln. — Die Gitter-Katodenstrecke der Triode ergibt zusammen mit dem Vorwiderstand R_1 eine Diodenbegrenzung, wie vorher beschrieben, jedoch mit der Vorspannung Null. Daher werden die positiven Halbwellen der Eingangsspannung abgeschnitten, und am Gitter der Röhre steht die Spannung II in Bild 5b. Das Abschneiden erfolgt jedoch nicht vollständig, da die Eingangsspannung im Verhältnis von R_1 zum Innenwiderstand der Gitter-Katodenstrecke, der mit 1 kΩ angenommen werden soll, geteilt wird, also wie 100 : 1, so daß am Gitter eine Spitzenspannung von 1 V übrig bleibt (Bild 5b, II).

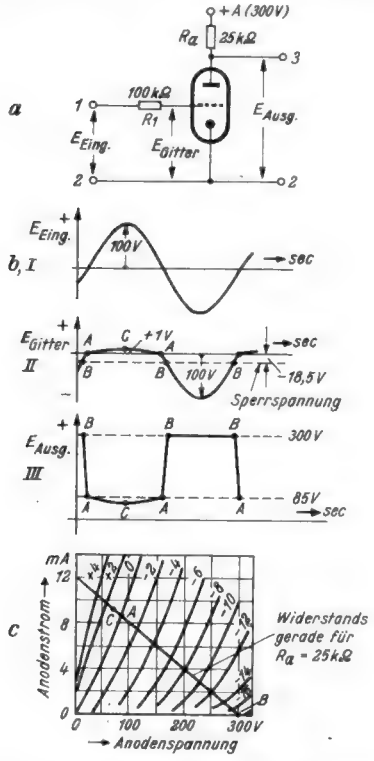


Bild 5. Begrenzungsschaltung zur Impulserzeugung mit Triode. Die in b, I dargestellte Sinusschwingung verläßt die Schaltung in der Form III, doppelseitig begrenzt

Bei dieser Betrachtung ist vorausgesetzt, daß der Innenwiderstand der Gitter-Katodenstrecke konstant ist, was unter den angegebenen Voraussetzungen etwa zutrifft. Unter der weiteren Voraussetzung, daß an den Ausgangsklemmen 3...2 der Schaltung kein Strom entnommen wird und so der Anodenwiderstand Ra die Neigung der Widerstandsgeraden in Bild 5c allein bestimmt, läßt sich nunmehr die Form der Ausgangsspannung berechnen. Im Punkt A der Spannungskurve II beträgt die Gittervorspannung Null, und es ergeben sich ein Anodenstrom von 8,5 mA und eine Spannung an der Anode von 85 V (Kurve III). In B schneidet der Spannungsverlauf II die Abriegelungsspannung von — 18,5 V. Der Anodenstrom ist in diesen Punkten B Null, die Anodenspannung gleich der Speisespannung von + 300 V. Ähnlich lassen sich Ströme und Spannungen für die Punkte C ermitteln.

Die so aus einer Sinusschwingung erzielte Rechteckform ist eine Folge der doppelseitigen Begrenzung durch den Kennlinienknick und durch den Gitterstromeinsatz. Die Rechteckform läßt sich weiter verbessern, wenn man eine zweite Begrenzerstufe nachschaltet. Eine andere Form einer Begrenzerschaltung ist in *Bild 6a* wiedergegeben. Sie hat die Eigenschaft, die Phase zwischen Eingangsspannung *(Bild 6b,* I) und Ausgangsspannung (II) nicht um 180° zu drehen, wie dies in der vorher beschriebenen Ausführung der Fall war.

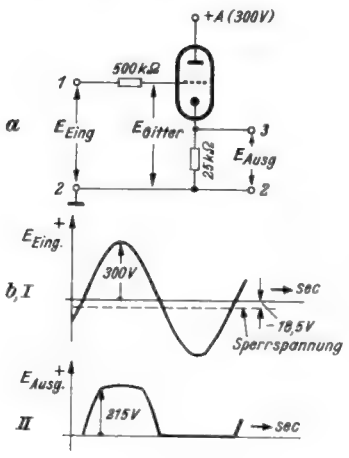


Bild 6. Andere Begrenzerschaltung mit Triode; die Ausgangsspannung wird am Katodenwiderstand abgenommen. Es wird nur eine Halbschwingung des in die Schaltung hineingeschickten Sinus durchgelassen (b, II)

Rechteckgeneratoren

Mit Rücksicht darauf, daß die Herstellung von Rechteckschwingungen mit Begrenzerschaltungen zunächst die Bereitstellung einer Sinusschwingung notwendig macht, was einen meist unerwünschten Aufwand bedingt, fand man andere Schaltungen, die unmittelbar Rechteckschwingungen an ihren Ausgangsklemmen abgeben und darüber hinaus noch eine Reihe von weiteren Vorteilen haben, die für die heutige Impulstechnik wichtig sind.

Es handelt sich um die sogenannten *Multivibratoren,* die in zahlreichen Varianten bekannt sind und deren Grundschaltung *(Bild 7a)* erstmalig im Jahre 1918 von Abraham und Bloch angegeben wurde. Es sei angenommen, daß der Anodenstrom in der Triode Rö 2 (aus irgendeinem nicht näher beschriebenen Grunde) zunimmt. Dadurch steigt der Spannungsabfall an R_{a2} und die Spannung an der Anode von Rö 2 sinkt entsprechend. Über den Rückkopplungskanal Anode Rö 2 — Kopplungsblock C_1 — Gitter Rö 1 wird dadurch die Gittervorspannung für Rö 1 stärker negativ. Infolgedessen sinkt der Anodenstrom in der Röhre Rö 1, und die Spannung an deren Anode steigt, wodurch über den zweiten Rückkopplungsweg — Anode Rö 1 — Kopplungsblock C_2 — Gitter Rö 2 — eine Spannungserhöhung am Gitter von Rö 2 bewirkt wird. Dies geht so lange, bis der Strom durch Rö 1 gesperrt ist und Rö 2 den vollen Anodenstrom führt.

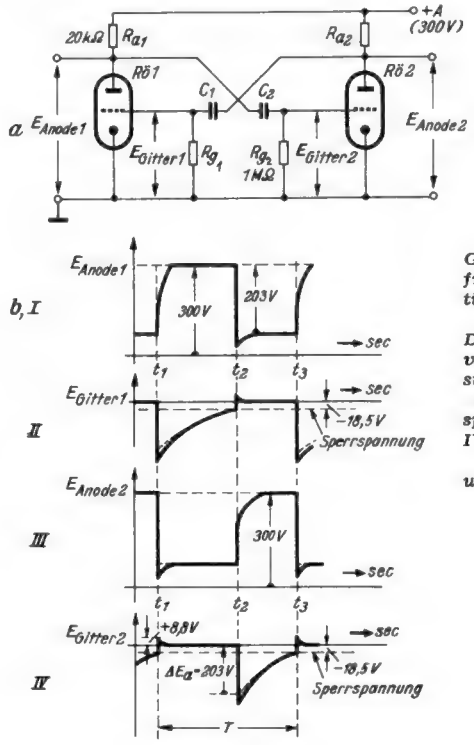


Bild 7. Grundschaltung eines freischwingenden Multivibrators mit Gitter-Anodenkopplung. Der Anodenspannungsverlauf (b, I - III) zeigt steile Rechteckimpulse, während der Gitterspannungsverlauf (b, II-IV) Impulse mit steiler Vorderfront und flacher Rückfront aufweist

Dieser Schaltvorgang geht selbstverständlich in sehr kurzer Zeit vor sich, in Bruchteilen von Mikrosekunden. Um die Röhre Rö 1 zu sperren, muß deren Gittervorspannung unter die Abriegelungsspannung gesenkt werden. Diese Gittervorspannung rührt von einer negativen Aufladung des Kondensators C_1 her, die (nach der Sperrung des Anodenstroms) über den Widerstand R_{g1} zur Erde abfließt, und zwar bedingt durch die Zeitkonstante C_1R_{g1}. Es ergibt sich so am Gitter von Rö 1 ein Spannungsverlauf zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2, wie er in *Bild 7b,* II, dargestellt ist. Während dieses Zeitraums hat also der Anodenstrom von Rö 1 den Wert Null und der von Rö 2 einen Höchstwert (Kurven I und III zeigen die entsprechenden Spannungen an den beiden Anoden), während die Gitterspannung von Rö 2 etwa Null ist. Dieser metastabile Zustand der Schaltung dauert so lange an, bis die Gittervorspannung von Rö 1 bis zur Abriegelungsspannung (Sperrspannung, gestrichelte Linie in Kurve II) gestiegen ist. In diesem Augenblick setzt in Rö 1 der Anodenstrom wieder ein, ein neuer Schaltvorgang findet statt, und zwar diesmal in umgekehrter Weise als vorher, d. h. der Anodenstrom von Rö 1 steigt bis zum Höchstwert, während der von Rö 2 bis zur Sperrung sinkt (Zeit-

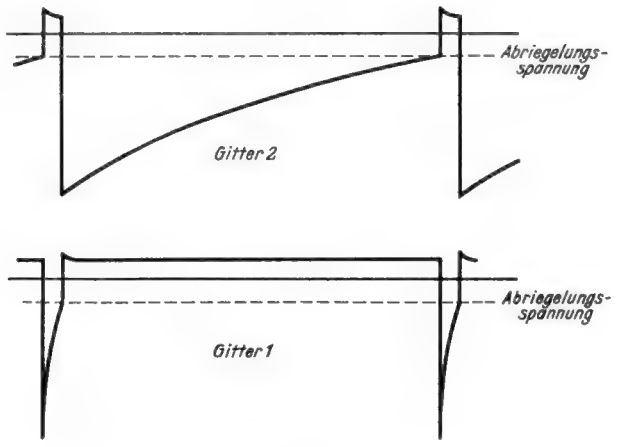


Bild 8. Verlauf der Schwingungen an den Gittern 1 und 2 einer Multivibratorschaltung nach Bild 7 bei ungleichen RC-Produkten der Gitterkombinationen

punkt t_2). Nunmehr ist der Kondensator C_2 aufgeladen und kann sich bis zum nächsten Schaltvorgang zum Zeitpunkt t_3 entladen.

Aus dem Verlauf der Kurven I und III ersieht man, daß mit diesem Generator eine periodische Rechteckschwingung mit der Impulsdauer $t_1...t_2$ bzw. $t_2...t_3$ erzeugt wird. Sind die Werte für R_{g1} und R_{g2} bzw. C_1 und C_2 gleich, so ergibt sich eine symmetrische Rechteckfrequenz, d. h. der Zeitraum von t_1 bis t_2 ist gleich dem von t_2 bis t_3.

Diese Schaltung gestattet jedoch auch die Herstellung einer Impulsfolge mit ungleichen Zeiträumen *(Bild 8)*, wenn die Produkte $R_{g1}C$ und $R_{g2}C_2$ z. B. so gewählt werden, daß sie sich wie 1:20 verhalten. Die so errechneten Zeitkonstanten sind jedoch nicht mit den Zeiträumen $t_1...1_2$ bzw. $t_2...t_3$ (siehe Bild 7) identisch, lassen sich aber zur Berechnung dieser Zeiträume verwenden. So hat z. B. (die im unteren Teil gestrichelte) Entladekurve für den Kondensator C_2 über R_{g2} in Bild 7b, IV eine Zeitkonstante von 1000 µsec, aus der sich der Zeitraum $t_2...t_3$ (die Impulsdauer für den an der Anode von Rö 2 entstehenden Impuls) wie folgt berechnen läßt:

Die Gitterspannung verändert sich im Zeitraum $t_2...t_3$ von —203 V auf —18,5 V (= Sperrspannung). Also berechnet sich die Zeit $\Delta t = t_2...t_3$ aus

$E = \Delta E_a e^{-\frac{\Delta t}{R_{g2} \cdot C_2}}$, wobei

E die Endspannung nach der Zeit Δt,

ΔE_a die Ausgangsspannung, hier den Spannungssprung,

$R_{g2}C_2$ die Zeitkonstante bedeuten.

In Zahlen demnach:

$$18{,}5 = 203\, e^{-(t_2...t_3)/1000} = \frac{18{,}5}{203} = 0{,}0912;$$

$$t_2...t_3 = 1000 \times 2{,}4 = 2\,400\ \mu\text{sec}.$$

Die Sperrzeit (Impulsdauer) hängt also außer von der Zeitkonstante auch vom Verhältnis der Anfangs- zur End-(Sperr-)Spannung ab. Man erkennt, daß sich sowohl die Impulsfrequenz f — als reziproke Summe der Zeiten $t_1...t_2 + t_2...t_3 = T$ — als auch die Dauer der Einzelimpulse mit Hilfe der Zeitkonstanten $R_{g1}C_1$ bzw. $R_{g2}C_2$ einstellen oder ändern läßt. In den meisten Fällen der Praxis wird allerdings nur entweder R_{g1} oder R_{g2} variiert.

Die Änderung der Impulsfrequenz läßt sich auch noch auf einem anderen Wege durchführen, und zwar bedient man sich dazu der Schaltung nach *Bild 9*, die von der in Bild 7 dargestellten insofern abweicht, als die Gitterwiderstände beider Röhren nicht an Masse, sondern an einer (gemeinsamen) zusätzlichen, positiven Vorspannung E_g liegen, die an einem Spannungsteiler R_3 über die Anodenspeisespannung eingestellt wird. Die gesamte Gitterspannung z. B. an der Röhre Rö 1 setzt sich dann während der Sperrzeit der Röhre aus einem konstanten Teil E_g und einem mit der Zeit veränderlichen, und zwar kleiner werdenden Teil $-(E_g + \Delta E_a) \cdot e^{-\frac{\Delta t}{R_1 C_1}}$ zusammen, wobei ΔE_a der durch den Schaltvorgang in Rö 2 am Gitter von Rö 1 erzeugte Spannungssprung ist. Nach der Zeit Δt_1 soll die Abriegelungs- (oder Sperr-) Spannung $E_{g\,sperr}$ der Röhre Rö 1 erreicht werden.

Dann ist

$$-E_{g\,sperr} = E_g - (E_g + \Delta E_a) \cdot e^{-\frac{\Delta t_1}{R_1 C_1}};$$

woraus sich

$$\Delta t_1 = R_1 C_1 \ln \frac{\Delta E_a + E_g}{E_{g\,sperr} + E_g} \qquad (1)$$

und sinngemäß $\frac{1}{f} = T$ aus $\Delta t_2 + \Delta t_1$ (Δt_2 Sperrzeit der Röhre Rö 2)

$$T = R_2 C_2 \ln \frac{\Delta E_a + E_g}{E_{g\,sperr} + E_g} + R_1 C_1 \ln \frac{\Delta E_a + E_g}{E_{g\,sperr} + E_g} \qquad (2)$$

ergibt, wenn die Spannungssprünge und die Sperrspannungen für beide Röhren gleich sind.

Daraus läßt sich für die Gittervorspannung $E_g = 0$ die entsprechende Frequenz $\frac{1}{T_o}$ und schließlich das Frequenzverhältnis

$$\frac{f}{f_o} = \frac{T_o}{T} = \frac{\ln \frac{\Delta E_a}{E_{g\,sperr}}}{\ln \frac{\Delta E_a + E_g}{E_{g\,sperr}} + E_g}$$ berechnen.

Beträgt z. B. die Sperrspannung —10 V und der Anodenspannungssprung 50 V, und ist die Vorspannung $E_g = 250$ V, so ergibt sich

$$\frac{f}{f_o} = \frac{\ln 5}{\ln \frac{300}{260}} = \frac{1{,}6}{0{,}14} = 11{,}5.$$

Man kann also mit einer solchen Schaltung (Verwendung einer zusätzlichen positiven Gittervorspannung) unter den eben angegebenen Bedingungen eine Frequenzänderung, und zwar eine Frequenzerhöhung um etwa den Faktor 10 erreichen [2]. Allerdings bleibt in diesem Falle das Verhältnis Impulsdauer zu Impulsfrequenz konstant.

Eine andere Schaltung mit ähnlichen Eigenschaften zeigt *Bild 10*. Es handelt sich hier um einen sogenannten katodengekoppelten Multivibrator, dessen Abhängigkeit von Speisespannungsänderungen geringer ist als bei dem vorher beschriebenen Gitter-Anoden-gekoppelten Typ.

Aus den Formeln für den zusätzlich vorgespannten Multivibrator (1) und (2) kann man entnehmen, daß eine hohe Vorspannung E_g die Frequenzstabilität ebenfalls verbessert, da dann die Komponenten ΔE_a und $E_{g\,sperr}$, welche speisespannungsabhängig sind, weniger Einfluß auf die Funktion der Schaltung haben.

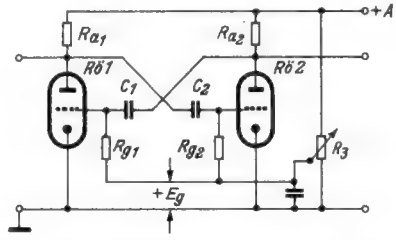


Bild 9. Frequenzänderung des Multivibrators durch variable, zusätzliche, positive Gitterspannung, die an R_3 abgenommen wird. Auf diese Weise ist eine Frequenzänderung um etwa den Faktor 10 möglich

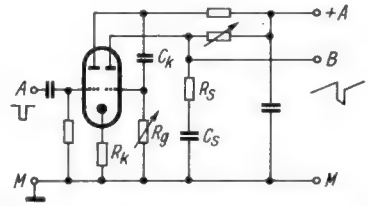


Bild 10. Multivibrator mit Katodenkopplung. Die Schaltung wird gleichzeitig zur Erzeugung eines sägezahnähnlichen Spannungsverlaufs (an B ... M) mit Hilfe von R_s und C_s benutzt. Die Gleichlaufimpulse werden dem freien Gitter an A ... M zugeführt

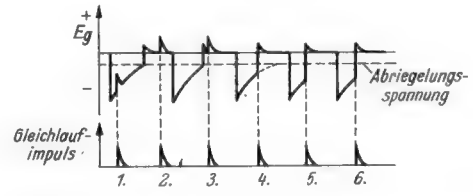


Bild 11. Synchronisierungsvorgang bei einem Multivibrator. Erst der 4. Impuls trifft zu einer Zeit ein, in der seine Spannungsspitze die Abriegelungsspannung überschreitet

Synchronisation

Wie schon oben vermerkt, haben die beschriebenen Rechteckfrequenz-Generatoren einige Eigenschaften, die sie für die Praxis besonders wertvoll machen. Dazu gehört einmal die Tatsache, daß sich die Impulsdauer, auch Impulsbreite genannt, und die Impulsfrequenz in

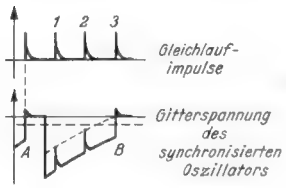


Bild 12. Frequenzteilung mit Multivibrator im Verhältnis 1:3

weiten Grenzen verändern lassen. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß die Frequenz dieser Oszillatoren auch von außen in gewissen Grenzen beeinflußbar ist, sie lassen sich synchronisieren. Der Gleichlaufzwang wird mit Impulsen geeigneter Richtung, Spannung und Phasenlage bewirkt *(Bild 11)*, die entweder dem Steuergitter oder der Anode einer der beiden Multivibratorröhren oder auch einem sonst nicht benutzten Gitter, z. B. dem Bremsgitter bei Pentoden, mit denen sich derartige Schaltungen selbstverständlich auch darstellen lassen, zugeführt werden. Eine bekannte Anwendung eines synchronisierten Multivibrators sind Frequenzabbau- (Frequenzteiler-) Schaltungen, deren Steuerelektrode mit Impulsen der zu teilenden Frequenz beschickt wird und deren Impulsfrequenz etwa auf ½ oder ⅓ oder ¼ usw. der abzubauenden Frequenz eingestellt ist. Die steile Vorderflanke desjenigen Synchronisierimpulses, der gerade die Sperrspannung erreicht, nimmt dann den Oszillator jeweils „mit", zwingt ihn also zum Gleichlauf *(Bild 12)*. Ein solcher Generator muß so einjustiert werden, daß seine „freie" Schwingung etwas länger dauert als die gewünschte Schwingung. Würde man das nicht so einrichten, so träfe das Gleichlaufsignal u. U. zu einem Zeitpunkt ein, wo es wirkungslos ist (siehe z. B. Bild 11). *(Fortsetzung folgt)*

Elektronik in der Textilindustrie

Während die Elektronik in der amerikanischen Textilindustrie seit langem eine ebenso bedeutende Rolle wie in anderen Produktionszweigen spielt, hat sie in die deutsche Textilindustrie erst in jüngster Zeit Eingang gefunden. Nach dem Stand der diesjährigen Industriemesse in Hannover können folgende drei Anwendungsgruppen als bewährte Technik gelten:

1. Maschinenantriebe mit und ohne Programmsteuerung
2. Überwachungseinrichtungen und Meßgeräte
3. Besondere Herstellungsverfahren.

Hierfür mögen im folgenden — ohne Anspruch auf Vollständigkeit — einige Beispiele gegeben werden.

1. Maschinenantriebe

Die Arbeitsbedingungen und die technischen Forderungen an die Textilmaschinenantriebe weichen untereinander und von denen anderer Industrien zum Teil erheblich ab. So gelten für das Weben und Wirken bandförmiger Textilien andere Bedingungen als für die Weiterverarbeitung und das Aufwickeln der Stoffbänder. Trotzdem können auch hier bausteinartige elektronische Antriebsaggregate, wie wir sie an anderer Stelle besprochen haben, eingesetzt werden, wenn man ihre Steuergeräte den speziellen Anwendungsbedingungen anpaßt. Beispielsweise gelang es mit einer Tronomat-Steuerung (Pintsch-Elektro, Konstanz) zum Antrieb von Strumpfwirkmaschinen, 30% mehr Strümpfe je Zeiteinheit herzustellen als mit dem Standardantrieb. Gleichzeitig ergab sich eine Energieersparnis durch Rückspeisung ins Netz während des Bremsens. Denn die für solche Cottonmaschinen im Laufe einer Arbeitsperiode erforderlichen Drehzahlen schwanken in großen Grenzen, so daß der Antrieb beim Übergang von einer hohen auf eine niedrigere Drehzahl abgebremst werden muß. Bei der Pintsch-Ausführung wurde der elektronische Teil unter dem Spulenkasten der Maschine untergebracht.

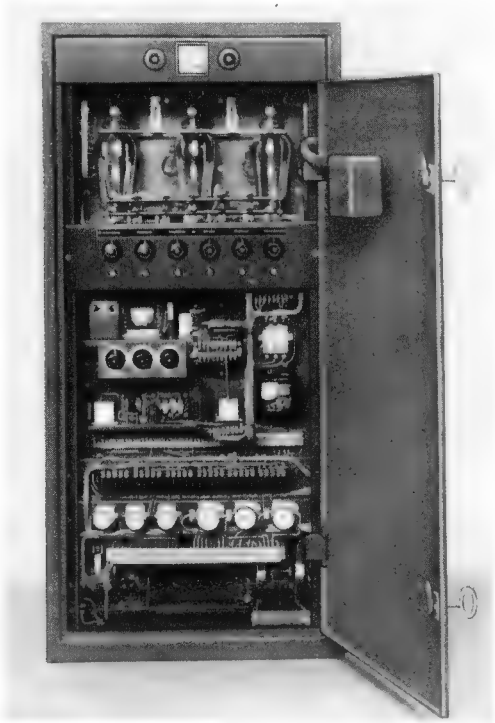


Bild 1. Steuerschrank eines elektronisch geregelten Cotton-Antriebes (Werkbild Siemens)

Einen besonderen Steuerschrank erhielt der Cottonantrieb der Siemens-Schuckert-Werke *(Bild 1)*. Er enthält drei Stromtore (eins für jede Phase) zur steuerbaren Gleichrichtung des Drehstromes für die Speisung des Gleichstrommotors. Die benötigten Drehzahlen (Kriechgang, Einrichten, Verstärken, Decken, Plattieren, Glattarbeiten) des Antriebsmotors werden an den sechs, unterhalb der Stromtore sichtbaren Knöpfen vorgewählt und nacheinander automatisch zur Wirkung gebracht. Die Bbc stellte in Hannover eine elektronische Programmregelung aus, die sich ebenfalls zum Antrieb von Cottonmaschinen eignet.

Auch die Antriebe von Spinnmaschinen — die Bbc liefert Reglerschränke für ganze Spinnstraßen — und besonders von Aufwickelvorrichtungen (für konstanten Zug) werden vielfach schon elektronisch geregelt. Dasselbe gilt für die Fördertechnik von Textilbändern, deren Längendehnungen bekanntlich abhängig von Temperatur und Feuchtigkeit schwanken und für rationelle Fertigung ausgeregelt werden müssen.

2. Überwachungseinrichtungen und Meßgeräte

Die Fabrikation von Textilien ist durch eine große Zahl qualitätssichernder Prüfgänge gekennzeichnet, die vom gesponnenen Faden bis zum konfektionierten Gewebe unentbehrlich sind. Auch diese Prüfgänge werden durch Anwendung elektronischer Verfahren verfeinert und rationalisiert, wobei sich außerdem als Vorteil ergibt, daß die Prüfeinrichtungen als Geber für automatische Regelungen zur Korrektur der festgestellten Abweichungen vom Sollwert verfügbar sind.

Als echter Fortschritt auf diesem Gebiet ist der Ersatz mechanischer Schußwächter bei Webstühlen durch kleine Lichtschranken mit Relaisstufen zu werten. Fadenschäden, Farbabrieb und andere Schäden bei empfindlichem Fadenmaterial, die oft bei der mechanischen Abtastung der Schußspule zu beobachten waren, werden durch die berührungslose Lichtabtastung vermieden. Sobald die Schußspule bis auf einen Rest abgelaufen ist, kann sie die Lichtschranke nicht mehr unterbrechen und setzt dann den Stuhl still. Bei Automaten leitet der gleiche Vorgang einen Schützen- oder Spulenwechsel ein. Eine verstärkerlose Anordnung dieser Art wird von den Elektromechanischen Werkstätten Dr. Ing. Heinz Mahlo in Saal/Donau gebaut. Als Webstuhlwächter bzw. zur Schützensteuerung eignet sich auch die „Fotoelektrische Steuerungs- oder Zählanlage für Impulserregung", die von der Aeg als vielseitig verwendbarer Baustein hergestellt wird und als Webstuhlwächter auf dem Stand der Maschinenfabrik Zangs vorgeführt wurde. Sie besitzt eine Relaisstufe mit einem Thyratron, das bei Lichteinfall bzw. bei Lichtunterbrechung (0,1 bis 100 ms) über eine Fotozelle FZ 12 gezündet wird und für Fremdlöschung oder Selbstlöschung lieferbar ist.

Das Problem des Kettfadenwächters — einer Kontrolleinrichtung also, die bei Webstühlen sofort Alarm schlägt oder den Motor abstellt, wenn einer der zahlreichen Längsfäden reißt — hat noch keine elektronische Standardlösung gefunden. Während man vereinzelt mit Lichtschranken brauchbare Erfolge erzielt hat, erscheinen neuerdings kapazitive Verfahren, bei denen jeder Kettfaden zum Dielektrikum eines zugehörigen kleinen Kondensators beiträgt, aussichtsreicher. Dabei erreicht man die höchste Ansprechempfindlichkeit, wenn der Kondensator im Schwingkreis eines Oszillators liegt. Nach diesem Prinzip arbeitet eine von der Zellweger AG Uster (Schweiz) entwickelte Methode zur Messung der Ungleichmäßigkeit des Substanzquerschnitts von Bändern, Vorgarnen und Garnen.

Das Prüfgut durchläuft dabei einen Kondensator, dessen Abmessungen ganz bestimmten Bedingungen genügen müssen (vgl. Textil-Rundschau Nr. 2/1953), um eine proportional den Querschnittsänderungen verlaufende Anzeige zu bekommen, ohne daß sich der schwankende Feuchtigkeitsgehalt des Prüfgutes störend auf die Meßgenauigkeit auswirkt. Die vom Prüfgut verursachten Änderungen der Dielektrizitätskonstanten innerhalb des Meßkondensators beeinflussen

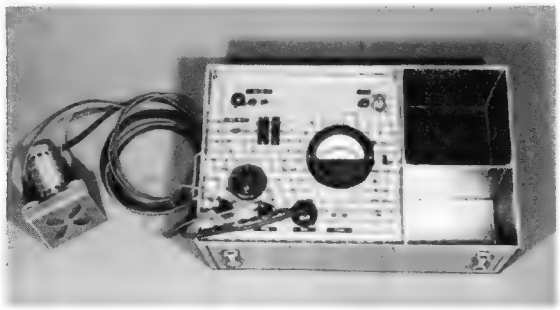


Bild 2. Rotierendes Elektrostatisches Voltmeter nach Prof. Schwenkhagen (Bergischer Feingerätebau)

die Frequenz des Meßoszillators (etwa 25 MHz), die in einer Diskriminatorschaltung mit der Frequenz eines festabgestimmten Oszillators verglichen wird. Die Spannungsschwankungen am Diskriminatorausgang werden verstärkt, demoduliert und über eine Leistungsstufe einem Strommesser und einem Schreiber zugeführt. Als Zusatzgerät zu diesem Gleichmäßigkeitsprüfer wird der elektrische *Integrator Uster* geliefert, der zur unmittelbaren Bestimmung der mittleren linearen oder quadratischen Ungleichmäßigkeit irgendeines Prüfgutes dient, dessen Querschnittsdiagramm vom Gleichmäßigkeitsprüfer aufgezeichnet wird.

Bei allen schnelltransportierten bandförmigen Werkstoffen hohen Isolationswiderstandes wie Papier und Textilien machen sich statische Aufladungen störend bemerkbar. Um diese Aufladungen mit kleinstmöglichem Aufwand beseitigen zu können, muß man sie erst einmal messen können. Zu diesem Zweck hat die Herfurth GmbH in Hamburg-Altona ein *Statometer* benanntes Meßgerät (System Dr. Haase) herausgebracht, das als Handgerät mit Batterien oder als netzgespeistes stationäres Gerät erhältlich ist. Der Meßtubus des Statometers enthält ein Stück radioaktiver Folie und wird zum Meßobjekt hin durch eine Blende abgeschlossen, deren Öffnung für die drei Meßbereiche verschieden groß gehalten ist. Durch die Alphastrahlung der (Ionotron-) Folie wird die Luft ionisiert, also elektrisch leitend gemacht, so daß die Messung der statischen Ladungen ohne Berührung des Ladungsträgers und trägheitslos erfolgen kann. Zur Anzeige dient ein Verstärker mit extrem hohem Eingangswiderstand und nachfolgendem Meßinstrument, dessen Skala in V/cm geeicht ist. Auf diese Weise lassen sich Spannungen zwischen 50 und 50 000 V messen und ihrer Polarität nach bestimmen.

Nach einem anderen Prinzip arbeitet das *Rotierende Elektrostatische Voltmeter „Feldmühle"* nach Prof. Dr. Ing. H. F. Schwenkhagen, das vom Bergischen Feingerätebau in Wuppertal-Elberfeld hergestellt wird *(Bild 2)*. Es gestattet, leistungs- und berührungslos Feldstärken zwischen 0,3 und 3000 kV/cm (in 9 Meßbereichen) zu messen, die als elektrostatische Raum-, Flächen- oder Fadenladungen, als luftelektrische Feldstärken oder auch als Gleichspannungen in der Hochspannungstechnik anfallen.

Über weitere Meß- und Kontrollverfahren von allgemeinem Interesse, die auch in der Textilindustrie z. B. zur Ermittlung von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Farbwerten usw. gebräuchlich sind, berichten wir an anderer Stelle.

3. Besondere Herstellungsverfahren

Wie in anderen Industrien, so lassen sich auch in der Textilindustrie durch elektronische Hilfsmittel bisher ungeahnte Qualitätsverbesserungen und Leistungssteigerungen erzielen. Oft genug sind besondere Herstellungsverfahren überhaupt erst durch die Elektronik wirtschaftlich geworden. Als Beispiel seien die elektrostatischen Beflockungsgeräte erwähnt, wie sie die Faserstoff-Fabrik Arno H. Wirth in Reutlingen/Württ. in verschiedenen Größen herstellt. Über das Grundsätzliche des Verfahrens wurde bereits in Nr. 4/1954 der Elektronik (Seite 31) berichtet. Im Gegensatz zu der dort wiedergegebenen Gleichrichterschaltung wird bei den größeren Wirth-Geräten aus Sicherheitsgründen die Hochspannung aus einem Hf-Oszillator mit nachfolgender Gleichrichtung gewonnen. Die Hochspannung kann bei diesen Geräten stufenlos zwischen 30 und 60 bzw. 80 kV eingestellt werden, wobei der *AWR-Elektrostat Type I 200* Ströme zwischen 300 und 200 µA und der *Typ I 1000* solche zwischen 2200 und 1000 µA abzugeben vermögen.

Herbert G. Mende

Gasgefüllte BBC-Röhren für elektronische Anlagen

In Ergänzung zu den quecksilberdampfgefüllten (Hg) Thyratrons und Gleichrichterröhren für große Leistungen liefert die Brown, Boverie & Cie. AG seit einiger Zeit auch edelgasgefüllte Röhren. Wie *Tabelle I* erkennen läßt, erreichen diese Röhren zwar nicht die hohe Lebensdauer und die Sperrspannungen der Hg-Röhren, bieten dafür aber Vorteile, die für viele Anwendungen von entscheidender Bedeutung sind. So ist ihre Unempfindlichkeit gegen Erschütterungen und die Möglichkeit, sie in jeder Lage zu betreiben, für Fahrzeuganlagen und ähnliche Betriebsfälle wertvoll. Auch die geringe Entionisierungszeit (wichtig für Betrieb bei höheren Frequenzen), die bessere Verträglichkeit kurzzeitiger hoher Spitzenströme, die kürzere Anheizzeit und die weitgehende Unabhängigkeit von der Betriebstemperatur sind wesentliche Vorzüge der gasgefüllten Röhren.

Ein Gleichrichtersystem und zwei Thyratrons der neuen Reihe sind hier im *Bild* wiedergegeben, während *Tabelle II* die technischen Daten dieser Röhren aufführt. Auch bei den neuen Thyratrons dürfen die in der Tabelle aufgeführten Spitzenwerte nicht überschritten werden. Da es sich um direkt geheizte Oxydkatoden handelt, ist die genaue Einstellung der Heizspannung (2,5 V) im Interesse langer Lebensdauer besonders wichtig. Sie wird zweckmäßig mit einem Dreheisen-Präzisionsvoltmeter gemessen, weil die üblichen Drehspulmeßgeräte mit Trockengleichrichter nicht immer zuverlässig genug anzeigen, wenn die Heizspannung nicht genau sinusförmig ist. Dies gilt übrigens für alle hochbelasteten Oxydkatoden.

Wie erwähnt, läßt eine Edelgasfüllung einen größeren Bereich für die Betriebstemperatur als die Quecksilberdampffüllung zu. Daher konnten die neuen Röhren für eine höhere normale Betriebstemperatur

Tabelle I. Zur Röhrenwahl für elektronische Industrieanlagen

Forderung	Röhrenfüllung			
	Hg-Dampf	Hg-Dampf + Edelgas	Edelgas	Vakuum
Hohe Lebensdauer	x	x		x
Kurze Anheizzeit		x	x	x
Hohe Spannungsfestigkeit	x			(x)
Temperaturunabhängigkeit		x	x	x
Beliebige Betriebslage			x	x
Hoher Gleichstromwert	x	x	x	
Hoher relat. Spitzenstrom			x	
Geringe Entionisierungszeit			x	—
Unempfindlichkeit gegen Erschütterungen			x	x
Geringer Platzbedarf			x	(x)

Neue BBC-Röhren mit Gasfüllung. Links der Gleichrichter DX 2, daneben das Thyratron TX 2/3. Rechts das Thyratron TX 2/6. Die Kappenanschlüsse führen zu den Anoden

bemessen und folglich mit kleineren Abmessungen als die entsprechenden Paralleltypen der Hg-Reihe konstruiert werden. Auch dies ist ein Vorteil, der bei vielen Anwendungen gittergesteuerter Gleichrichter eine Entscheidung zu Gunsten gasgefüllter Röhren nahelegen wird.

hgm

Tabelle II. Edelgasgefüllte BBC-Röhren

	Typ Art	TX 2/3 Thyratron	TX 2/6 Thyratron	DX 2 Hochspannungs-gleichrichter	Dim.
Betriebswerte	Heizspannung	2,5 ± 5%	2,5 ± 5%	2,5 ± 5%	V
	Heizstrom	ca. 12	ca. 22	ca. 5	A
	Anheizzeit	min. 60	min. 60	10	sec
	Innerer Spannungsabfall	ca. 16	ca. 16		V
	Gitter-Anoden-Kapazität	ca. 1	ca. 1		pF
	Ionisierungszeit	ca. 10	ca. 10		µs
	Entionisierungszeit	ca. 40	ca. 50		µs
	Charakteristik	negativ	negativ		—
maximale Grenzdaten	Sperrspannung	1500	1500	5000 | 10 000	V
	Katoden-Spitzenstrom	40	80	2 | 1	A
	mittl. Katodengleichstrom	3,2	6,4	0,5 | 0,25	A
	Kurzschlußstromimpuls (max. 0,1 sec)	560	1120		A
	Integrierungszeit	15	15		sec
	Gitterspannung bei gelöschter Röhre	—250	—250		V
	Gitterspannung bei gezündeter Röhre	— 10	— 10		V
	mittlerer Gitterstrom bei positiver Anode	+ 0,2	+ 0,2		A
	bei negativer Anode	+ 0,1	+ 0,1		A
	Kommutationsfaktor	130	130		(s. u.)
	Umgebungstemperatur	—55/+70	—55/+70	—75/+90	°C
	Kolbendurchmesser	max. 60	max. 60	max. 51	mm
	Gesamtlänge	max. 185	max. 207	max. 154	mm
	Gewicht netto	ca. 300	ca. 330	110	g

Anmerkungen:

Ionisierungszeit ist die Zeit, die die Röhre benötigt, um vom Zeitpunkt des Eintritts der kritischen Gitterspannung an gerechnet 90% des Spitzenstroms zu erreichen.

Entionisierungszeit ist die Zeitdauer, die die Entionisierung des Gases nach beendetem Stromfluß beansprucht, d. h. die Zeit zwischen Aufhören des Stromes und Wiedererreichen der Sperrfähigkeit.

Integrierungszeit: Das Produkt aus einem Stromimpuls (Scheitelwert) und seiner Zeitdauer darf nicht größer sein als das Produkt aus dem mittleren Anodenstrom (Listenwert) und der zulässigen Integrierungszeit.

Kommutationsfaktor ist das Produkt aus Anodenstromfall (A/µs) und unmittelbar darauffolgendem Anodenspannungsanstieg (V/µs). Er darf nicht überschritten werden. Da er nicht von der Röhre, sondern von der Schaltung abhängig ist, wird er oszillografisch ermittelt.

Elektroakustische Regeleinrichtung für Kugelmühlen

In interessanter Weise wird neuerdings eine elektroakustische Einrichtung für einen Regelvorgang ausgenutzt, der insbesondere in Zementfabriken erforderlich ist. Hier handelt es sich darum, den Materialzufluß zu den Kugelmühlen so zu regeln, daß sie mit einer optimalen Füllung arbeiten, die also ein größtmögliches Ausbringen bei einwandfreier Beschaffenheit des Mahlgutes verbürgt.

Der Bedienungsmann stellt das mit dem Gehör fest, denn er weiß, daß die Mühle um so lauter arbeitet, je geringer ihr Inhalt ist. Wenn das Geräusch einen bestimmten Wert überschreitet, regelt er den Motor der Zubringerschnecke so, daß diese mehr fördert. Da man auch hier eine selbsttätige Regelung anstrebt, schufen die SIEMENS-Werke eine Einrichtung, die nach dem Vorbild der Handregelung von

Bild 1. Druckkammer-Mikrofon zur Regeleinrichtung

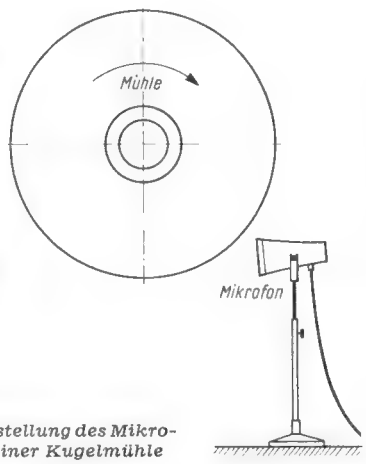


Bild 2. Aufstellung des Mikrofons an einer Kugelmühle

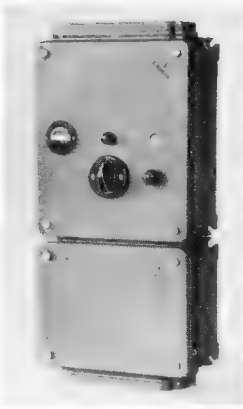


Bild 3. Das elektroakustische Regelgerät für Kugelmühlen

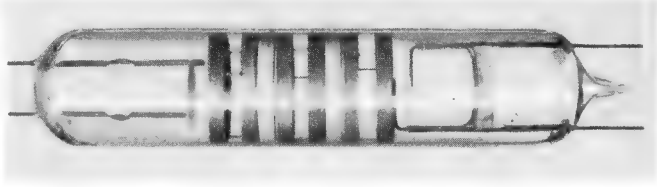
Bild 4. Die Regeleinrichtung im praktischen Betrieb einer Zementmühle

der Geräuschbildung ausgeht. Neben der Kugelmühle wird ein Druckkammer-Mikrofon mit Trichter in der in *Bild 2* angedeuteten Weise aufgestellt, dessen Spannung in einem 3-Röhrenverstärker verstärkt und gleichgerichtet wird. *Bild 1* zeigt das Mikrofon, das zum Schutz gegen den Staub mit einem Schutzüberzug aus Gaze versehen wird.

In der in der Regeltechnik üblichen Art wird die vom Verstärker und Gleichrichter gelieferte Spannung in einem polarisierten Relais mit einer Sollspannung verglichen, die dem Geräuschbereich entsprechend einzustellen ist. Die so gewonnenen Regelkommandos werden durch einen Impulsgeber in Regelimpulse und Regelpausen zerlegt und so dem Stellglied zugeleitet, das den Motor regelt. Mit dem Impulsgeber kann die Anpassung an die Trägheit der Regelstrecke vorgenommen werden. *Bild 3* zeigt das elektroakustische Regelgerät, und zwar oben das Stromversorgungsgerät mit Netzschalter, Netzkontroll-Lampe, Regler zur Einstellung des Geräuschbereiches sowie mit einem Meßinstrument, das den Füllungsgrad in den drei Stufen „voll", „leer" und „Mittelbereich" angibt. Das untere Gehäuse enthält den Verstärker und das polarisierte Relais.

Neue Stabilisierungs-Kaskaden

Für die Konstanthaltung von Gleichspannungen zwischen etwa 440 V und etwa 6,2 kV befand sich bisher eine Reihe sogenannter Stabilisierungs-Kaskaden (SK) auf dem Markt, die durchweg für Ströme bis zu 2 mA geeignet waren und daher u. a. beispielsweise für Katodenstrahl-Oszillografen u. dgl. mehr in Betracht kamen. Dabei betrug die Stufenzahl je nach der Höhe der zu stabilisierenden Spannung (Brennspannung) zwischen 3 und 45. In allen Fällen sind an beiden Enden die jeweils beiden letzten Elektroden herausgeführt, so daß im Bedarfsfalle durch Abschalten von ein oder zwei Stufen auch



Vierstufige Stabilisierungskaskade vom Laboratorium Dr. Georg Maurer, Neuffen (14a)

die Brennspannung entsprechend heruntergesetzt werden kann. Diese Stabilisierungs-Kaskaden haben sich in vielen Fällen sehr gut bewährt; vorteilhaft ist ferner, daß die geringen Abmessungen (Durchmesser etwa 13 mm, Länge je nach Stufenzahl) nur einen kleinen Platzbedarf ergeben.

Um nun die gleichen Vorteile auch bei der Stabilisierung mehr oder weniger großer Spannungen bei höherem Strombedarf zu erreichen, kam jetzt eine weitere Stabilisierungs-Kaskaden-Reihe heraus, die für eine Stromentnahme bis zu 20 mA gedacht ist. Die Brennspannung der einzelnen Stufe entspricht derjenigen der bisherigen SK, liegt also um etwa 140 V. Diese neue SK-Reihe wird in Ausführungen mit einer zwischen 3 und 18 Stufen liegenden Stufenzahl hergestellt. Die 18-stufige Ausführung ist daher für eine zu stabilisierende Spannung von etwa 2,5 kV bestimmt. Auch bei diesen neuen Stabilisierungs-Kaskaden sind die jeweils letzten beiden Elektroden an beiden Enden getrennt herausgeführt, so daß also auch hier die Möglichkeit des Abschaltens von einer oder zwei Stufen besteht.

Das beigefügte *Bild* zeigt eine vierstufige Ausführung. Im Hinblick auf die angestrebte höhere Belastbarkeit waren natürlich auch größere Elektroden notwendig, so daß bei allen Stabilisierungs-Kaskaden der neuen Reihe der Außendurchmesser etwa 28 mm beträgt. Mit dieser neuen SK-Reihe werden nunmehr auch solche Stabilisierungs-Aufgaben lösbar, wo die bisherigen Stabilisierungs-Kaskaden der Reihe SK 8 infolge zu kleiner Belastbarkeit nicht anwendbar waren. *K. N.*

Moiré auf dem Bildschirm

Ursachen und Abhilfe

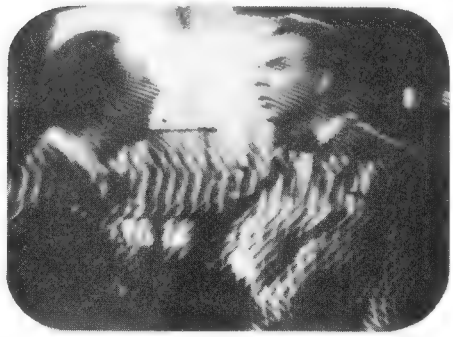


Bild 1. Fernsehstörungen durch ein bewegtes Moirémuster auf dem Bildschirm (Aus der „Fernseh-Bildfehler-Fibel" von O. P. Herrnkind, Radio-Praktiker-Bücherei, Band 51, Franzis-Verlag, München 2)

Eine der unangenehmsten Störungen des Fernsehempfangs ist die auf dem Bildschirm als sog. Moiré zu beobachtende Erscheinung. Woher kommt diese Störung und wie kann man sie beheben?

Es handelt sich in jedem Falle um eine nicht zum Bildinhalt gehörende Steuerspannung an der Bildröhre des Empfängers, deren Frequenz aus der Dichte der störenden Linien leicht annähernd bestimmt werden kann; sie liegt immer zwischen wenigen Hertz (Flackern des Bildes) und der höchsten Frequenz, die man auf dem Bildschirm überhaupt erkennen kann, also etwa 5 MHz. Man kann folgende Hauptfälle unterscheiden:

1. Direkte „niederfrequente" Störung

Hier handelt es sich um eine Einstreuung der störenden Frequenz in den Bild-Nf-Teil des Empfängers. Erkennen läßt sich diese Art der Störung daran, daß sie meist unabhängig von der Stellung des Kontrastreglers und von der Abstimmung des Geräts ist. Tippt man an das Steuergitter der Bild-Endstufe, so verstärkt sich das Moiré, ohne seinen Charakter zu ändern.

Als Ursachen kommen vor allem dicht benachbarte Mittelwellen-Rundfunksender, aber auch die Oszillatorstrahlung eines benachbarten Rundfunkempfängers in Frage, sofern dieser auf einen MW-Sender abgestimmt ist. Oft findet die Einstreuung dadurch statt, daß die Antennenzuführung zu dicht an der Bild-Endstufe oder an der Steuerleitung für die Bildröhre verlegt ist. Die Abhilfe erfolgt durch Abschirmen der gefährdeten Stellen, dabei ist auf kleinste schädliche Kapazitäten zu achten!

2. Direkte zwischenfrequente Störung

Diese Art der Einstreuung muß frequenzmäßig innerhalb des Durchlaßbereichs der Zf-Stufen liegen. Von der Vielzahl der Erscheinungen seien die wichtigsten erwähnt, vor allem die, mit denen die Art der Störung einwandfrei erkannt werden kann:

Das Moiré ist abstimmbar. Bei Geräten mit Kanalschalter und Feinabstimmung läßt sich die Frequenz des Moirés entsprechend der Variationsbreite des Feinabstimmers um etwa 1...2 MHz verändern. Im allgemeinen erscheint die Störung nur bei Empfang eines Senders

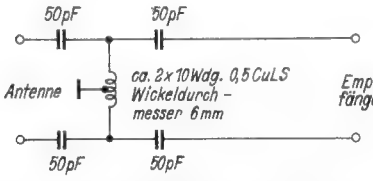


Bild 2. Hochpaßglied für die Antennenbuchsen eines Fernseh-Empfängers, um niedriger liegende Störfrequenzen abzuschwächen

und wird beim Zurückdrehen des Kontrastreglers gleichzeitig mit dem Bildinhalt flauer. Können verschiedene Fernsehsender mit gleicher Norm am selben Ort empfangen werden, so erscheint bei jedem dieser Sender das gleiche Moiré, falls der Empfänger jedesmal genau abgestimmt ist.

Die Ursache dieser Störungsart ist meist der unfreiwillige Empfang eines KW-Senders auf dem Zf-Band des Fernsehempfängers. Durch die Bild-Demodulatorstufe entsteht aus der Störfrequenz und dem Zf-Bildträger eine Bild-Nieder-Frequenz, die auf dem Bildschirm sichtbar wird. Da sich beim Abstimmen des Empfängers der Bild-Zf-Träger verschiebt, ändert sich gleichzeitig die Frequenz des Moirés.

Abhilfe erfolgt durch Abschirmen des Zf-Verstärkers gegen direkte Einstreuung in die Verdrahtung (die Zf-Kreise selbst sind ohnehin abgeschirmt). Oft ist Einfügen eines Hochpasses **(Bild)** in die Antennenzuleitung empfehlenswert (UKW-Drossel quer über die Antennenbuchsen, davor und dahinter je zwei Längskondensatoren von höchstens 100 pF). Dieser Hochpaß kann auch gegen niederfrequente Störungen gute Dienste tun.

3. Direkte hochfrequente Störung

Diese Art der Störung ist an folgenden Eigenschaften zu erkennen:

Das Moiré erscheint im allgemeinen nur beim Empfang eines Senders und ändert beim Durchdrehen der Feinabstimmung nur seinen Kontrast, nicht aber seine Frequenz. Können mehrere Kanäle empfangen werden, so erscheint auf keinem von ihnen das gleiche Moiré. Es kann sein, daß ein Kanal mit Moiré behaftet ist, alle anderen jedoch frei sind.

Ursache dieser Art Moiréstörung sind vor allem die zweiten Harmonischen von UKW-Sendern und die Strahlung aus Oszillatoren von UKW-Empfängern. Sofern die Störung über den Empfangsdipol einfällt, verändert sich ihre Intensität, wenn man den Dipol dreht. In den meisten Fällen liegt aber eine direkte Einstrahlung auf den Empfänger vor, etwa durch ein UKW-Gerät in einem benachbarten Raum. Auch hier entsteht bei der Demodulation die Differenz zwischen der Frequenz des Bildträgers und der störenden Frequenz. Liegt diese Differenzfrequenz innerhalb des Bild-Nf-Bereiches, so erscheint ein Moiré auf dem Bildschirm. Da man durch Verändern der Empfängerabstimmung weder die Frequenz des Hf-Bildträgers noch die der Störung ändert, bleibt der Charakter des Moirés bestehen.

Abhilfe ist in solchen Fällen oft recht schwierig. Kommt die Störung über den Empfangsdipol, so kann man versuchen, sie durch Drehen der Antenne auf Minimum zu bringen, vorausgesetzt, daß dann nicht gerade auch der Fernsehsender im Minimum liegt. In Grenzfällen hilft oft eine schärfer bündelnde Antenne. Noch schwieriger gestaltet sich die Behebung der Störung, wenn sie aus einem benachbarten UKW-Empfänger direkt in die Antennenzuleitung oder den Empfänger einstrahlt. Wenn man den großen Aufwand einer abgeschirmten Niederführung (z. B. Koaxialkabel) scheut, kann man versuchen, durch Verdrillen des Bandkabels die Störanfälligkeit zu verkleinern. Dabei soll der Drall längs einer Wellenlänge (also 1,5 m) mindestens eine volle Umdrehung betragen, lieber etwas mehr. Bei Neuanlage einer Fernsehantenne sollte diese verdrillte Niederführung von vornherein selbstverständlich sein. Gelingt es, den Störer selbst ausfindig zu machen, so kann man evtl. dort schon versuchen, die Störstrahlung zu beseitigen. Am besten führt man dem Besitzer des störenden Geräts die Wirkung seiner Strahlung selbst am Fernsehempfänger vor; er wird dann leicht einsehen, daß Entstörmaßnahmen an seinem Gerät notwendig sind. Daß jedes UKW-Gerät — auch der Fernsehempfänger — eine störsichere Netzzuleitung haben muß, ist wohl selbstverständlich.

4. Indirekte Störungen

Unter diese Gruppe fallen alle die Störungen, die durch andere Einwirkung als bisher besprochen auf den Bildschirm gelangen. Hierin gehören vor allem die sog. Eigenpfiffe. Ihr bestes Kennzeichen ist der große Frequenzbereich, den das Moiré durchläuft, wenn man bei Empfang eines Senders die Feinabstimmung durchdreht. Oft ist dieser Bereich so groß, daß man das Moiré nach beiden Seiten vom Reißen der Zeilen bis zur unsichtbaren Feinheit der Störlinien durchstimmen kann; er beträgt in jedem Fall ein Mehrfaches des tatsächlichen Abstimmbereiches der Feinabstimmung.

Wie schon der Name sagt, hat diese Störung ihre Ursache im Empfänger selbst. Meistens entsteht sie dadurch, daß die bei der Demodulation entstehenden Oberwellen der Bildträger-Zf- in die Bild-Endstufe und durch Strahlung aus der Bildsteuerleitung in den Empfängereingang gelangen. Dies ist vor allem bei Empfängern ohne Bild-Nf-Vorstufe der Fall. Es ist erstaunlich, wie weit der Frequenzbereich reicht, den die Bild-Endröhre zu übertragen vermag. Fällt eine der Zf-Oberwellen in den eingestellten Empfangskanal, so ergibt sich in der gleichen Weise wie bei der direkten Hf-Störung eine Interferenz im Bild-Nf-Gebiet. Dreht man die Feinabstimmung durch, so verändert man die Bildträger-Zf um einen gewissen Betrag, ihre n-te Oberwelle um das n-fache dieses Betrages. Daher überstreicht das Moiré beim Durchdrehen des Feinabstimmers einen weiten Frequenzbereich.

Die Behebung dieser Störungsart muß da ansetzen, wo die Störstrahlung entsteht. Durch genügende Größe des Ladekondensators am Bild-Demodulator, Längsdrosseln in den Steuerleitungen, die gleichzeitig als Anhebungsglieder für die hohen Bildfrequenzen ausnutzbar sind und gegebenenfalls durch Abschirmen der Bildsteuerleitung läßt sich die Zf-Oberwellen-Ausstrahlung weitgehend unterbinden. Auch eine übersteuerte Zf-Stufe erzeugt Oberwellen, also sind Übersteuerungen zu vermeiden!

Hier muß leider festgestellt werden, daß es grundsätzlich keine pfeiffreie Zwischenfrequenz gibt, solange die Bandaufteilung in ihrer jetzigen Form beibehalten wird. In schwierigen Fällen wäre es möglich, die Zwischenfrequenz entsprechend den örtlichen Gegebenheiten so zu wählen, daß wenigstens in den Kanal keine Oberwelle fällt, auf dem empfangen werden soll. Dabei ist zu sagen, daß nicht allein der Bild-Zf-Träger für die Berechnung maßgebend ist, sondern das gesamte übertragene Zf-Band einschließlich des Tonträgers.

Ist die Eigeninterferenz der Zf-Oberwellen mit dem Empfangskanal genügend stark, so gerät der Empfänger in Relaxationsschwingungen, die meist als Blitzen im Bild und als Rauschen oder Knattern im Ton auftreten. (Eine echte Rückkopplung liegt im allgemeinen nicht vor, dafür ist die Laufzeit der Signale vom Eingang bis zur Bildröhre zu lang). Daß es sich gerade um diese Art der Aufschaukelung handelt, erkennt man daran, daß das Knattern sofort verschwindet, wenn man die Bild-Endröhre außer Betrieb setzt. Hat man einen Kurvenschreiber zur Verfügung, so erkennt man bei der Aufnahme der Hf-Durchlaßkurve des gestörten Kanals leicht eine Einbuchtung der Kurve, die ein verkleinertes, negatives Abbild der Kurve selbst ist. Verändert man die Oszillatorabstimmung, so wandert die Einbuchtung auf der Kurve weit schneller als die Kurve selbst, und zwar in umgekehrter Richtung. Eine Frequenzmarke auf der Hf-Kurve erscheint an der entsprechenden Stelle der Einbuchtung eben-

falls. Durch Nähern beider Marken kann man jede beliebige Schwebungsfrequenz erreichen — und doch kommt von außen nur eine einzige Frequenz an den Empfänger!

Auch hier lohnt es sich, die Zuleitung von den Antennenbuchsen zur Hf-Vorröhre verdrillt zu verlegen und außerdem auf großen Abstand zur Bildsteuerleitung zu achten.

Der Vollständigkeit halber sei noch eine weitere Störung erwähnt. Es handelt sich um das Flackern der Bildhelligkeit, das auftritt, wenn beispielsweise niedrig fliegende Flugzeuge die Verbindungslinie zwischen Sender und Empfänger ungefähr in der Mitte überfliegen. In der Nähe eines Flughafens kann diese Störung recht erhebliche Formen annehmen, wie der Verfasser allabendlich zu seinem Leidwesen feststellen muß. Hier kann in leichten Fällen eine scharf auf den Sender gebündelte Antenne helfen. In schwereren Fällen ist kaum ein Erfolg zu erwarten. Durch geeignete Aufstellung der Sendeantennen wird man diesem Übel wohl etwas steuern können — ich möchte den Planern des deutschen Fernsehsendernetzes diesen Gesichtspunkt als Anregung vermitteln.

Ing. Joachim Hermann

Fernsehstörungen durch Amateurstationen

Dieser Aufsatz in der FUNKSCHAU 1954, Heft 5, Seite 87, behandelt ebenfalls das Thema der Störbeseitigung. Hierzu teilt die C. Lorenz AG. noch mit, daß nach Rücksprache mit der Bundespost mit einschränkenden Bestimmungen für die Verwendung der Frequenz von 40,68 MHz für Diathermiegeräte nicht zu rechnen ist. Für den Arzt bestehen daher keine Bedenken, medizinische Geräte mit dieser Frequenz anzuschaffen. Zum Schutz gegen Störungen durch diese Frequenz sind geeignete anderweitige Entstörmaßnahmen vorzusehen (vgl. S. 253 dieses Heftes „Fairness").

Eine verbesserte Hartley-Oszillatorschaltung

Viele Praktiker wissen aus Erfahrung, daß ein unverblockter Katodenwiderstand bei einer Oszillatorröhre Oberwellen unterdrückt und damit die Frequenz- und Amplitudenkonstanz des Oszillators verbessert. In dem folgenden Referat werden Formeln für die günstigste Bemessung dieses Widerstandes bei einer Dreipunktschaltung abgeleitet.

Th. Roddam gibt auf der Basis der Hartley-Oszillatorschaltung einen Überblick über die möglichen Varianten bei der Konstruktion eines äußerst frequenzstabilen Oszillators. Bei günstiger Dimensionierung der Schaltelemente ist es möglich, einen von speziellen Röhrendaten und Schwankungen in der Stromversorgung unabhängigen Oszillatorkreis aufzubauen, der in einem Frequenzbereich von 500 H bis 10 MHz eine saubere sinusförmige Ausgangsspannung liefert.

Als Grundschaltung dient der in **Bild 1** dargestellte Hartley-Oszillator in Katodenbasis-Schaltung. Die Einführung des Widerstandes R ermöglicht im Endeffekt eine optimale Leistungsausbeute dieser Schaltung. Nach der Ersatzschaltung **(Bild 2)** kann man sich die Röhre als Wechselspannungsquelle mit der EMK $\mu \cdot e_g/\mu + 1$ und dem inneren Reihenwiderstand 1/gm denken. Dabei ist μ der Verstärkungsfaktor und 1/gm der von der Katode her gemessene Eingangswiderstand der Röhre (gm = Steilheit). Die Spulenverluste werden durch den Widerstand r dargestellt.

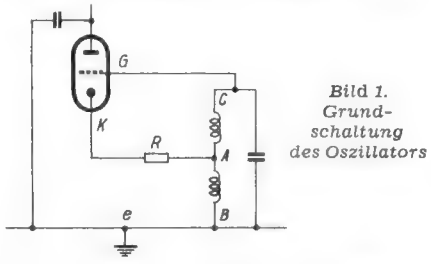


Bild 1. Grundschaltung des Oszillators

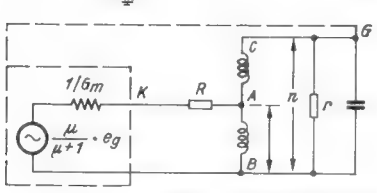


Bild 2. Ersatzschaltbild

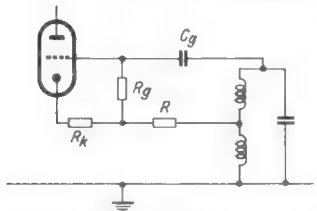


Bild 3. Vollständige Oszillatorschaltung

Um den Einfluß der Röhre auf die Schaltung möglichst klein zu halten, wird man R möglichst groß gegen 1/gm machen. Wo muß dann der Abgriff A an der Spule liegen und wie groß darf man R wählen, um ein Optimum zu erreichen?

Eine Antwort darauf möge folgende Überlegung geben:

Die Spule wirkt als Autotransformator mit dem Übersetzungsverhältns 1 : n. Der Widerstand r transformiert sich im Verhältnis r/n^2. Die an AB liegende Spannung ist dann

$$\frac{\mu}{\mu+1} \cdot e_g \cdot \left(\frac{r}{n^2}\right) \Big| \left(\frac{r}{n^2} + R + \frac{1}{gm}\right)$$

Die an BC liegende Spannung ist n-mal größer, also

$$n \cdot \frac{\mu}{\mu+1} \cdot e_g \cdot \left(\frac{r}{n^2}\right) \Big| \left(\frac{r}{n^2} + R + \frac{1}{gm}\right)$$

Das ist aber gleichzeitig die an der Gesamtschaltung liegende Spannung e_g; offensichtlich gilt dann

$$\frac{n \cdot \mu}{\mu+1} \cdot \frac{r}{r + n^2 R + n^2/gm} = 1$$

Nimmt man an, daß $\mu \gg 1$, ebenso $R \gg 1/gm$ ist, dann gilt in erster Näherung

$$\frac{n \cdot r}{r + n^2 R} = 1$$

oder $$R = R(n) = \frac{(n-1) \cdot r}{n^2}$$

r liegt durch die Spulenverluste fest. Durch Differenzieren nach n und Nullsetzen des Ausdruckes ergibt sich ein Maximum für R bei n = 2. Damit ist die eingangs gestellte Frage gelöst: die Spule muß in Mittelanzapfung betrieben werden, und R erhält den Wert r/4.

Die vollständige Schaltung zeigt **Bild 3.** Der Katodenwiderstand R_k ist ein Teil des Gesamtwiderstandes R. Um stabile Frequenzverhältnisse zu erzielen, muß $2\pi f \cdot Cg \cdot Rg \gg 1$ sein. Um die Schaltung richtig zu bemessen, muß der Gütefaktor Q der Spule bekannt sein, weil davon die Werte der Widerstände abhängen. Beim Aufbau der Schaltung ist es nun nicht nötig, einen Gütefaktormesser zu besitzen. **Bild 4** zeigt die Meßschaltung. Man benötigt dazu lediglich einen Oszillator, ein hochohmiges Röhrenvoltmeter und einen variablen Meßwiderstand R. Dieser wird solange verändert, bis das Röhrenvoltmeter in Stellung X und Y den gleichen Ausschlag zeigt. Natürlich muß der Kreis vorher abgestimmt sein. Dann ist $r = 4 \cdot R$, wie vorher bewiesen wurde. Aus r und L läßt sich dann Q berechnen.

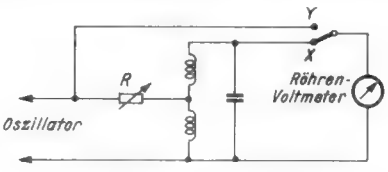


Bild 4. Messung des Gütefaktors Q

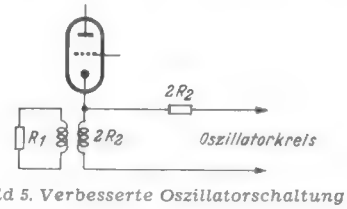


Bild 5. Verbesserte Oszillatorschaltung

Ein Nachteil dieser Oszillatorschaltung ist aus Bild 3 ersichtlich: ein großer Teil der zugeführten Leistung wird in dem Widerstand R vernichtet. **Bild 5** zeigt eine Abänderung der Schaltung, deren Vorteil darin besteht, daß jetzt kein Gleichstrom mehr durch R fließt. Dadurch werden Widerstandsschwankungen infolge Erwärmung ausgeschlossen. Die Röhre kann nun auch mehr Strom ziehen, dadurch wird die Steilheit größer.

Hinsichtlich der Leistungsanpassung ist zu sagen, daß es am günstigsten ist, wenn sich die Leistung gleichmäßig auf R_1 und R_2 verteilt. Dadurch wird eine stabile Frequenz gewährleistet. Bei der Dimensionierung der Schaltelemente ist darauf zu achten, daß die Gleichung $r = 4\ R_2$ erfüllt ist. Der Übertrager muß also ein Übersetzungsverhältnis von $\sqrt{2\,R_2/R_1}$ besitzen. Der zur Erzielung der Gittervorspannung notwendige Katodenwiderstand wird von der Primärwicklung des Übertragers gebildet. Soll die Schaltung auf hohen Frequenzen betrieben werden, dann muß noch ein Serienwiderstand eingebaut werden. Der Einfluß von Anodenspannungsänderungen auf die Frequenz wird durch diese Schaltmaßnahmen so gering gehalten, daß eine Erhöhung der Anodenspannung von 150 V auf 300 V eine Frequenzabweichung von nur 1 ‰ hervorruft.

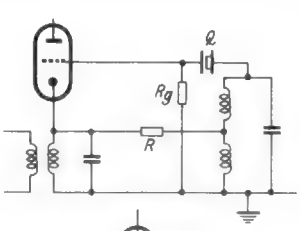
Ein weiterer Vorteil dieser Oszillatorschaltung besteht darin, daß jegliche Steuerung für den Frequenznachlauf fortfällt. Infolge der Beziehung $R \gg 1/gm$ bleibt der Schwingkreis in jedem Zeitpunkt einer vollen Periode stabil; unabhängig von der Aussteuerung der Röhre durch die Rückkopplung.

Zum Schluß seien noch zwei interessante Anwendungsmöglichkeiten dieser Oszillatorschaltung erwähnt. Der Oszillator kann ohne Schwierigkeit als quarzgesteuerter Oszillator gebaut werden. Diese Quarzschaltung **(Bild 6)** besitzt ähnlichen Schaltungen gegenüber einen großen Vorteil, durch passende Wahl von R_g und durch geringe Reduzierung von R kann man den Quarzstrom so begrenzen, daß der Quarz niemals übersteuert wird. Ferner zeigt **(Bild 7)** eine Anordnung zur Erzeugung von Rechteckimpulsen. Wie der Verfasser angibt, wurden alle hier beschriebenen Schaltungen praktisch ausprobiert und die theoretischen Ergebnisse bestätigt gefunden.

Peter Wöhr

(Nach Th. Roddam, Chameleon-Oscillator, Wireless World, Febr. 1954, Seite 52).

Bild 6. Quarzgesteuerter Oszillator



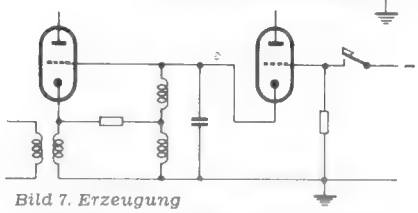


Bild 7. Erzeugung von Rechteckimpulsen durch Tastung

Frequenzkurvenschreiber

FUNKSCHAU-Konstruktionsseiten

Teil I. Wobbelsender für 470 kHz und 10,7 MHz

Einen Frequenzkurvenschreiber zum Abgleichen von Rundfunkempfängern zu besitzen ist seit jeher der Wunsch jedes fortschrittlichen Werkstatt-Technikers gewesen. Die hier beginnende Bauanleitung für eine solche Meßeinrichtung geht auf gründliche Vorversuche zurück. Wobbler und Oszillograf sind als getrennte Einheiten konstruiert. Dies erleichtert den Nachbau und gestattet die Verwendung eines bereits vorhandenen Oszillografen. Der Wobbler ist für die übliche Zwischenfrequenzen um 470 kHz und für die FM-Zwischenfrequenz von 10,7 MHz bemessen. Eine Einführung in dieses Thema brachten wir in der FUNKSCHAU 1954, Heft 9, Seite 175.

Schaltungsprinzip

Der Wobbelsender ist nach **Bild 5** mit zwei Röhren ECH 81 bestückt. Der Oszillator I arbeitet auf 4,4 MHz und wird durch die als Induktivität geschaltete Blindröhre (Heptodensystem) frequenzmoduliert, indem durch eine Modulationsspannung am dritten Gitter die Steilheit geändert wird. Die gewünschte gewobbelte Zwischenfrequenz von etwa 470 kHz bzw. 10,7 MHz wird durch Schwebungsbildung mit einem zweiten Oszillator erhalten, und zwar 470 kHz als Differenzfrequenz von 4,87 MHz mit 4,4 MHz und 10,7 MHz als Summenfrequenz von 6,3 MHz mit 4,4 MHz. Die Mischung erfolgt im Heptodensystem der zweiten Röhre ECH 81. Die Ausgangsspannung wird an dem im Anodenkreis der Mischröhre liegenden Potentiometer abgenommen.

Im Mustergerät wurde kein Netzteil vorgesehen, sondern die Betriebsspannungen werden über eine Tuchel-Kontakt-Leiste aus dem Netzanschlußteil des später beschriebenen Oszillografen entnommen. Wobbelsender und Oszillograf können in ein gemeinsames Gehäuse eingebaut werden und bilden so einen kompletten Frequenzkurvenschreiber. Ist ein Oszillograf bereits vorhanden, so kann der Wobbelsender mit dem einfachen, in der Schaltung eingezeichneten Netzteil versehen werden.

Oszillator

Der Oszillator I muß trotz der mit der Steilheitsänderung schwankenden Belastung durch die Blindröhre im ganzen Frequenzmodulationsbereich gut durchschwingen. Überschwingen bei höheren negativen Modulationsspannungen (niedrigste Kreisbelastung) kann durch Verkleinern des Gitterableitwiderstandes von 50 auf 40 oder 30 kΩ beseitigt werden. Um den bei FM erforderlichen großen Hub zu erhalten, soll die Induktivität des Schwingkreises möglichst groß sein. Infolgedessen besteht die Kreiskapazität in der Hauptsache aus den Röhren-, Schalt- und Wicklungskapazitäten. Zusammen mit dem Zusatzkondensator von 10 pF ergibt sich eine Gesamtkapazität von etwa 40 pF. Hierzu gehört bei 4,4 MHz eine Induktivität von 30 µH. Wegen der Parallelschaltung mit der Blindröhre muß die Schwingkreisinduktivität jedoch größer, und zwar 37 µH sein.

Die Oszillatorspulen werden nach **Bild 14** aus CuS-Draht 0,12 mm ⌀ auf Teile des Görler-Spulensatzes F 323 (unbewickelt bezogen) gewickelt. Hierzu werden zwei Spulenkörper (T 2703 K) mit den dazugehörenden Abgleichkernen (T 2702) benötigt. Auf die Körper kommt je die Hälfte der Kreis- und Rückkopplungswicklung, wobei je zwei Kammern eines Körpers für die Kreis- und die dritte Kammer für die Rückkopplungswicklung vorgesehen ist. Die Körper werden aufeinandergesetzt und zusammengeklebt. Die Induktivität errechnet sich bei dieser Spule zu $L = 4{,}5 \cdot n^2 \cdot 10^{-9}$ H (n = Windungszahl). Es werden etwa 88 Windungen insgesamt, also 44 auf jedem Körper benötigt. Die Rückkopplungswicklung besitzt 30 Windungen, d. h. 15 auf jedem Körper.

Blindröhre

Bei FM wird ein Frequenzhub bis zu ± 300 kHz oder mehr verlangt, um die Diskriminatorkurven voll auf den Bildschirm zu bekommen. Der Hub soll linear, d. h. die Frequenzänderung soll proportional der Modulationsspannung sein. Schließlich soll die Amplitude der gewobbelten Ausgangsspannung nicht schwanken, es darf also nicht gleichzeitig eine Amplitudenmodulation auftreten.

Für die Induktivität der Blindröhre gilt die Beziehung $L' = \frac{C R}{S}$ [1]). (C = C_{gk} in Bild 1). Bei Steuerung am Gitter 3 ist die Steilheit S in der Mitte des geradlinigen Teils der S/U_{g3}-Kennlinie (bei —10 bis —12 V Vorspannung) etwa 1 mA/V. L' soll möglichst klein sein, damit eine kleine Änderung der Steilheit eine große Frequenzänderung ergibt. C kann man nicht kleiner machen als die Gitter-Katoden-Kapazität. Für R gilt, daß der Wirkanteil des Spannungsteilers zwischen Anode, Gitter 1 und Masse groß gegen den Blindanteil (Gitter - Katoden - Kapazität) sein soll. Bei 10 pF und 4,4 MHz ist der Blindwiderstand etwa 3,6 kΩ, so daß R nicht kleiner als etwa 10 kΩ gemacht werden kann. Bei geringeren Werten tritt eine Phasenverschiebung ein, die einer Verkleinerung von L' eine Grenze setzt und zu einer höheren Belastung des Schwingkreises führt (höherer Verlustwiderstand der scheinbaren Induktivität). Selbst bei 10 kΩ macht sich dies schon bemerkbar, so daß im Arbeitspunkt nur eine Blindröhren-Induktivität von etwa 150 µH erzielt wird. Ein kleineres L' wäre durch Erhöhung der Steilheit im Arbeitspunkt zu erzeugen. Dies ist jedoch nicht möglich, da der Schirmgitterwiderstand bereits auf 4 kΩ herabgesetzt werden mußte um eine Steilheit von 1 mA/V zu erreichen. Bei einer weiteren Verkleinerung würde die Belastungsgrenze der Röhre überschritten.

Bild 2 zeigt die Steilheit der Blindröhre und die Frequenz des Oszillators I in Abhängigkeit von der Vorspannung am Gitter 3. S verläuft bei kleineren negativer Vorspannungen etwas flacher als im übrigen Bereich. Daher wäre eine Nichtlinearität zu erwarten. Dem wirkt entgegen, daß eine Verkleinerung von L' eine größere Frequenzänderung als eine prozentual gleiche Vergrößerung von L' ergibt. Im Endergebnis bleibt die Frequenzänderung proportional der Modulationsspannung. Die richtige Einstellung des Arbeitspunktes, auch für Gitter 1, ist daher sehr wichtig. Der hierfür vorgesehene Widerstand in der Minusleitung wird zweckmäßig als Drahtwiderstand mit Abgreifschelle ausgebildet.

Zur Steuerung der Blindröhre können sinusförmige oder sägezahnförmige Spannungen benutzt werden[2]). Die Modulationsfrequenz soll 25 oder 50 Hz betragen. Eine Synchronisation mit der Netzfrequenz ist zweckmäßig. Die Modulationsspannung wird an einem Potentiometer abgegriffen, so daß der Hub veränderlich ist. Bei der AM-Zwischenfrequenz wird nicht der volle Hub benötigt. Durch Parallelschaltung eines Widerstandes zum Potentiometer wird deshalb der Hub auf etwa ± 50 kHz eingeengt. Hierbei wurde angenommen, daß eine Kippspannung von etwa 200 V am Oszillografen zur Verfügung steht. Ist diese Spannung kleiner, so muß der Vorwiderstand von 2,5 MΩ entsprechend herabgesetzt werden.

[1]) Vgl. Funktechnische Arbeitsblätter Ag 31, Franzis-Verlag, München.

[2]) FUNKSCHAU 1954, Heft 9, Seite 175.

Mischstufe

Die gewünschte FM-Zwischenfrequenz ist bei einem Hub von ± 300 kHz zunächst mit einer beträchtlichen Amplitudenmodulation behaftet, da die Belastung des Oszillators I etwa proportional der Steilheit der Blindröhre ist. Die Steilheitsänderung beträgt mehr als 1 : 5, was zu einer Schwankung der Oszillatorspannung im Verhältnis von etwa 1 : 2 führt, wie **Bild 3** zeigt. Dies würde eine trapezförmige Verzeichnung hervorrufen, die Amplitudenmodulation muß also beseitigt werden.

Nun besitzen Mehrgittermischröhren die Eigenschaft, daß sich die Zwischenfrequenzspannung im Anodenkreis nur wenig ändert, wenn die am dritten Gitter liegende Spannung eine gewisse Mindestgröße besitzt und in ihrer Amplitude nur nach oben schwankt. Legt man nun die gewobbelte Frequenz an das dritte Gitter einer solchen Mischröhre und die andere Frequenz an das erste Gitter, so ist eine praktisch gleichbleibende Zf-Spannung im Anodenkreis zu erwarten. Bei sinkender Oszillatorspannung steigt sie sogar leicht an, wie Bild 3 zeigt. Dies ist jedoch aus anderen Gründen sogar erwünscht.

Dem Außenwiderstand der Mischröhre (1-kΩ-Potentiometer parallel zum 4-kΩ-Widerstand) sind beträchtliche Kapazitäten (Röhren- und Schaltkapazitäten) parallelgeschaltet, die sich bei Ankopplung an das Meßobjekt gegebenenfalls noch erhöhen. Daher tritt bei 10,7 MHz ein starker Abfall der Verstärkung ein. Der Unterschied gegen 470 kHz ist etwa 1 : 3. Um in beiden Frequenzbereichen die gleiche Ausgangsspannung von etwa 0,1 Volt zu erhalten, wird durch Erhöhung des Katodenwiderstandes die Verstärkung bei 470 kHz auf etwa 1/3 der (frequenzunabhängigen) Verstärkung bei 10,7 MHz herabgesetzt.

Aber auch innerhalb des Wobbelhubes von etwa 600 kHz tritt bereits ein Verstärkungsunterschied von ± 5 % auf, wie **Bild 4** zeigt. Dies wäre an sich gerade noch tragbar. Die in Bild 4 ebenfalls dargestellte Erhöhung der Zf-Spannung mit wachsender Frequenz wird nun durch den Abfall gerade kompensiert, so daß die Ausgangsspannung praktisch frei von Amplitudenmodulation ist. Daher ist es wichtig die Zwischfrequenz von 10,7 MHz durch Summenbildung zu erzeugen, da bei Differenzbildung und Wobbelung der niedrigen Ausgangsfrequenz keine Kompensation, sondern eine Summierung der Abfälle und damit eine beträchtliche Amplitudenmodulation eintreten würde.

Der Anschluß des ersten Gitters der Mischröhre ist an einer Hf-Buchse zugänglich. Dies hat mehrere Gründe. In der dritten Stellung des Schalters S 1a sind die Schwingungen des Oszillators II unterbrochen (Stellung „Fremd"). Nun kann eine Hf-Spannung aus einem Meßsender (etwa 0,1 V) an Gitter 1 gelegt werden, so daß auch abweichende Zwischenfrequenzen oder die Eingangskreise von Empfängern u. a. m. untersucht werden können. Die erzeugte Frequenz ergibt sich jeweils als Summe oder Differenz mit der Wobbelfrequenz von 4,4 MHz. Bei der Erzeugung höherer Frequenzen muß die Eingangsspannung dem Frequenzgang angepaßt werden.

Weiter ist es möglich, zur Amplitudenmodulation an Gitter 1 der Mischröhre eine Nf-Spannung anzulegen. Da Nf-Spannungsquellen meist niederohmige Ausgänge besitzen und eine direkte Anschaltung die an Gitter 1 liegende Teilspannung des Oszillators II zusammenbrechen ließe, muß zwischen Nf - Generator und der Buchse „Fremdmodulation" ein Widerstand von etwa 50 kΩ geschaltet werden.

Für die FM-Zwischenfrequenz kann der Eingang „Fremdmodulation" zur Zuführung einer Hf-Spannung zwecks Eichmarkenerzeugung dienen. Auch in diesem Falle darf der Meßsender nicht direkt an die Buchse angeschlossen werden, da

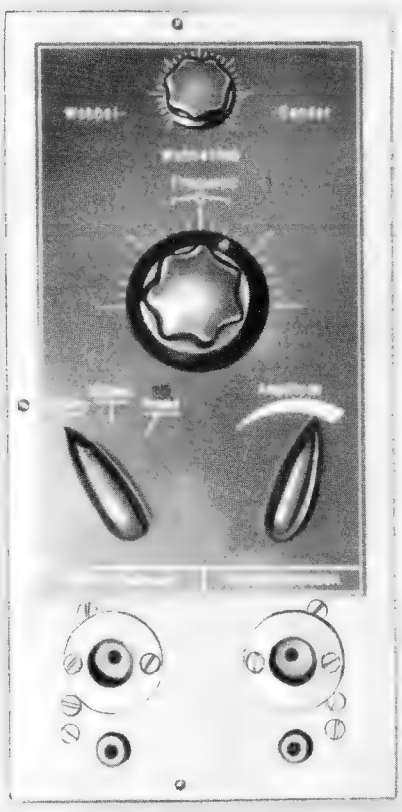


Bild 1. Ansicht des Wobbelsenders von vorn

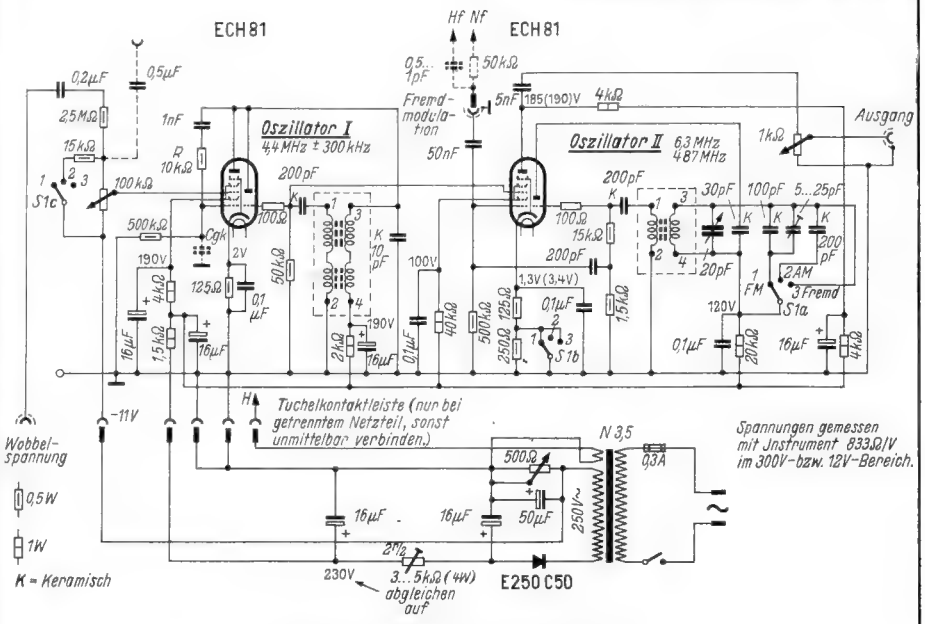


Bild 5. Schaltung des Wobbelsenders

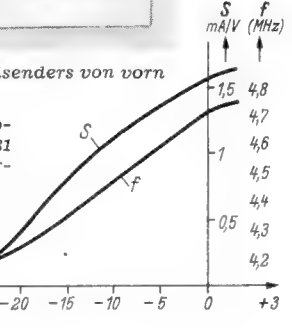


Bild 2. Steilheit des Heptodensystems der Röhre ECH 81 in Abhängigkeit von der Vorspannung am Gitter 3 sowie deren Einfluß auf die Frequenz des Oszillators bei einem Schirmgitterwiderstand von 4 kΩ

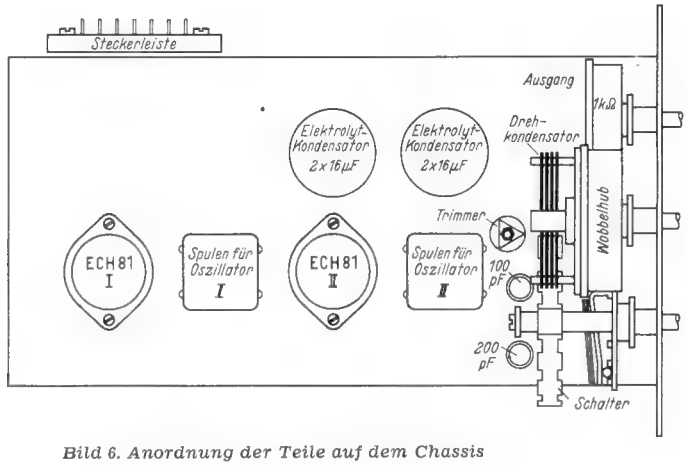


Bild 6. Anordnung der Teile auf dem Chassis

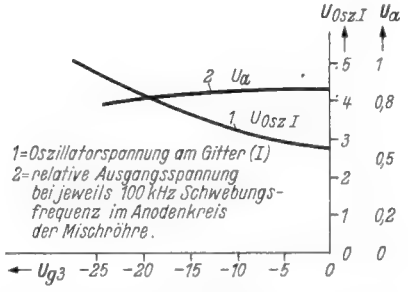


Bild 3. Gitterwechselspannung des Oszillators I und Ausgangsspannung des Mischproduktes innerhalb des Wobbelhubs bei niedrigen Frequenzen

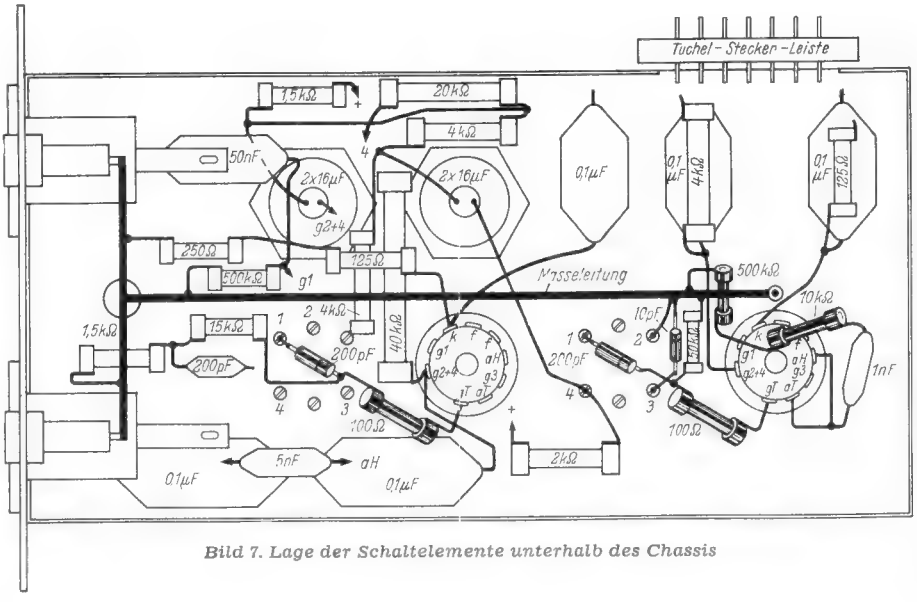


Bild 7. Lage der Schaltelemente unterhalb des Chassis

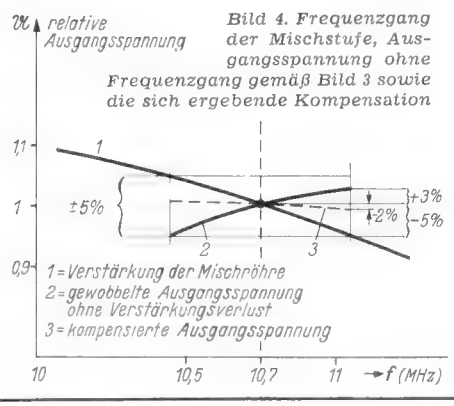


Bild 4. Frequenzgang der Mischstufe, Ausgangsspannung ohne Frequenzgang gemäß Bild 3 sowie die sich ergebende Kompensation

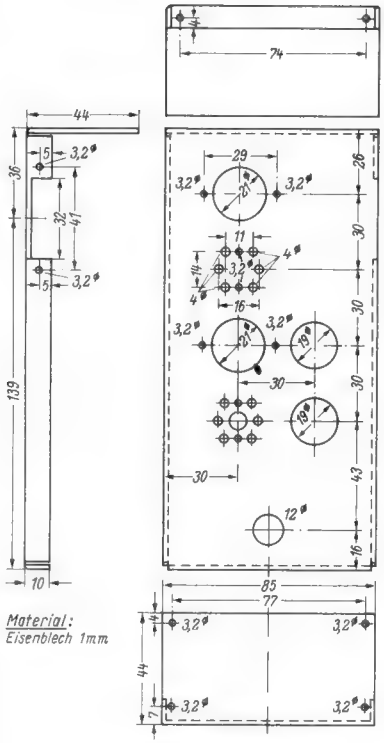


Bild 8. Chassis

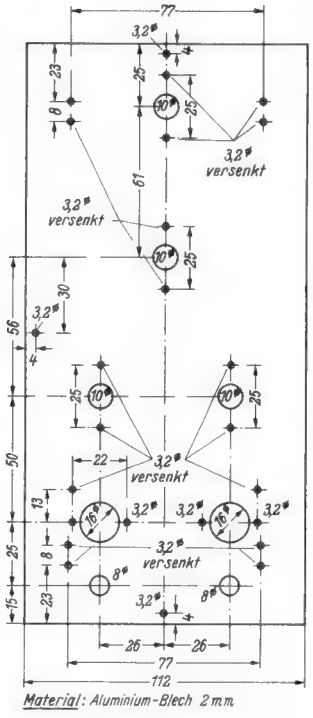


Bild 9. Frontplatte

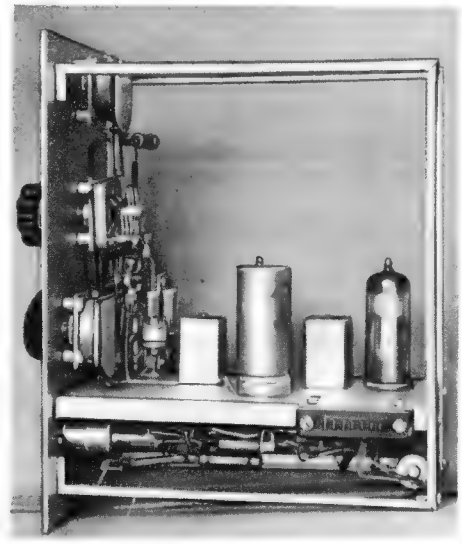


Bild 10. Seitenansicht des Wobbelsenders ohne Netzteil

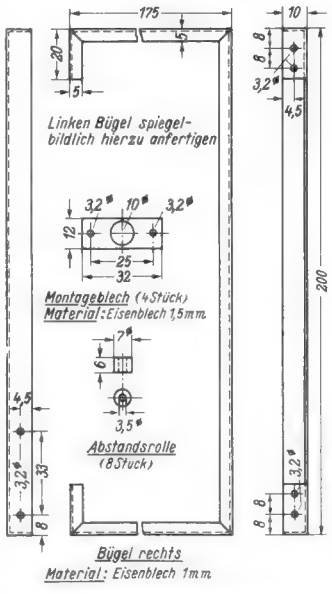


Bild 11. Montagebügel, Montageblech und Abstandsrolle

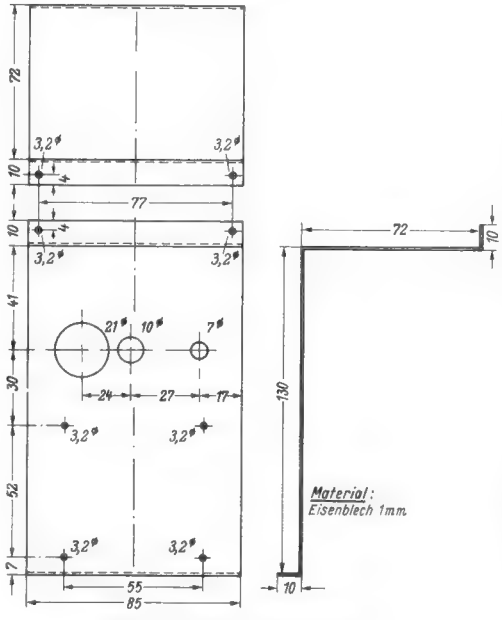


Bild 12. Chassis für Netzteil

Einzelteilliste für Wobbelsender

Widerstände
0,5 Watt: 2 × 100 Ω; 2 × 125 Ω; 250 Ω; 1,5 kΩ; 10 kΩ; 2 × 15 kΩ; 2 × 50 kΩ; 3 × 500 kΩ; 2,5 MΩ
1 Watt: 1,5 kΩ; 2 kΩ; 3×4 kΩ; 20 kΩ; 40 kΩ
Drahtwiderstand mit Abgreifschelle: 500 Ω

Potentiometer (Ruwid)
0,5 Watt: 1 kΩ linear, 100 kΩ linear

Rollkondensatoren (Wima)
250/750 V: 50 nF; 5 × 0,1 µF; 0,2 µF
500/1500 V: 200 pF; 5 nF

Keramische Kondensatoren (Stettner)
10 pF; 30 pF; 100 pF; 3 × 200 pF

Elektrolytkondensatoren (Neuberger)
50 µF 12/15 V; 100 µF 12/15 V
2 Stück 2 × 16 µF 350/385 V

Veränderliche Kondensatoren
Kleindrehkondensator 20 pF (Hopt)
Trimmer 5...25 pF (Philips)

Röhren (Valvo)
2 × ECH 81
2 Fassungen hierzu

Sonstige Einzelteile
2 Spulensätze, unbewickelt (Görler F 323)
3 Spulenkörper hierzu
2 Hf-Buchsen mit Stecker (Schützinger)
2 isolierte Telefonbuchsen
1 Keramikschalter 3 × 3 (J. Mayr, Type E 633)
3 Meßgeräteknöpfe 40 mm ∅ (Mozar K 4216)
1 Meßgeräteknopf 21 mm ∅ (Mozar K 4214)
1 siebenpolige Steckerleiste (Tuchel T 2060)

Chassis usw.
laut Zeichnungen

Einzelteilliste für Netzteil

Netztransformator 250 V, 40 mA; 6,3 V, 1 A (Engel N 3,5)

Selengleichrichter 250 V, 50 mA (AEG, E 250 C 50)

Elektrolytkondensator 2 × 32 µF 350/385 V (Neuberger); Siebwiderstand 5 kΩ, 4 W (Drahtwiderstand mit Abgleichschelle); Feinsicherung 0,3 A 5 × 20 mm (Wickmann)

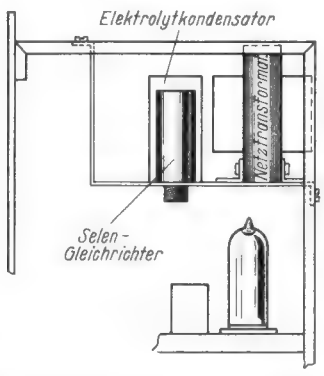


Bild 13. Anordnung des Netzteiles im Gehäuse

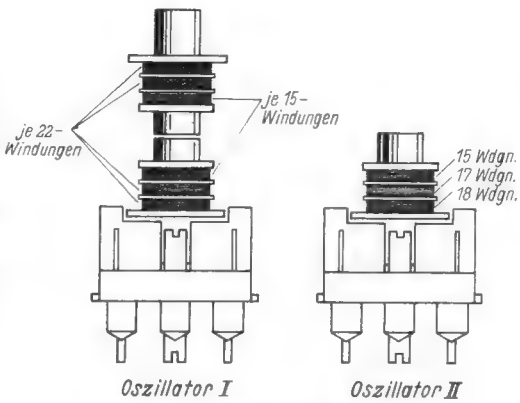
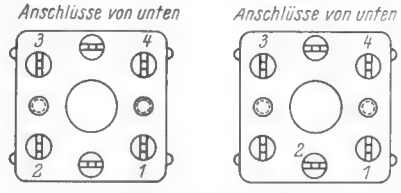


Bild 14. Aufbau und Verdrahtung der Spulen



Oszillator I Oszillator II

FUNKSCHAU-Konstruktionsseiten

(Fortsetzung des Textes von Seite 267)

solche Spannungsquellen ebenfalls niederohmig sind und die Spannung des Oszillators II zusammenbräche. Außerdem wird zur Eichmarkenerzeugung nur eine Spannung von einigen Millivolt benötigt. Die Ankopplung geschieht daher über einen kleinen Kondensator von 0,5 bis 1 pF.

Oszillator II

Zur Summen- bzw. Differenzbildung mit der gewobbelten Frequenz dient der Oszillator II. Die Schwingkreisspule besteht aus 35 Windungen CuS-Draht 0,12 mm ∅, die in zwei Kammern des Körpers gewickelt werden (Bild 11). Die Rückkopplungswicklung in der dritten Kammer erhält 15 Windungen. Die Schwingkreiskapazität besteht aus einem Festkondensator von 30 pF und dem Drehkondensator von etwa 20 pF. Für die Frequenz von 6,3 MHz wird ein Kondensator von 100 pF mit parallelgeschaltetem Trimmer 5...25 pF und für die Frequenz von 4,87 MHz ein Kondensator von 200 pF parallel zur Spule geschaltet. Bei 4,87 MHz erfolgt der genaue Abgleich mit dem Eisenkern der Spule und bei 6,3 MHz mit dem Trimmer.

Mit dem Drehkondensator wird die Mittelfrequenz eingestellt, einerseits um die untersuchten Resonanzkurven jeweils genau in die Bildmitte zu bringen, andererseits um bei verstimmten Filtern diese überhaupt in den Bereich des Wobbelsenders hineinzubekommen. Bei 10,7 MHz beträgt die Verstimmungsmöglichkeit ± 500 kHz, bei 470 kHz nur ± 100 kHz, da durch die größere Schwingkreiskapazität der Frequenzvariationsbereich automatisch eingeengt wird.

In der dritten Stellung des Bereichschalters (Fremd) wird die Schwingkreisspule kurzgeschlossen.

Ein Teil der am Gitterableitwiderstand der Oszillatorröhre II liegenden Spannung wird zur Steuerung des Gitters 1 der Mischröhre benutzt. Um einen möglichst niederohmigen Teilwiderstand gegen Masse zu erhalten ist der Gitterableitwiderstand nur 16,5 kΩ groß. Bei 6,3 MHz liegen am Oszillatorgitter 4,5 V und bei 4,87 MHz 3,5 V Hochfrequenzspannung. Über den Spannungsteiler 15/1,5 kΩ gelangt etwa 0,3 V an das Gitter 1 der Mischröhre. Die kapazitive Belastung des unteren Teilerwiderstandes (1,5 kΩ) durch Gitter / Katoden- und Schaltkapazität macht sich bereits bemerkbar. Der Ankopplungskondensator vom Spannungsteiler zum Gitter 1 muß klein sein, damit bei Nf-Modulation keine zu große Spannungsteilung zwischen dem Vorschaltwiderstand und dem resultierenden Widerstand aus Kondensator und Spannungsteilerwiderstand (1,5 kΩ) stattfindet.

Aufbau

Die Anordnung der Frontplatte zeigt **Bild 1.** Unter den Hf-Buchsen sind noch zwei isolierte Telefonbuchsen eingelassen, die mit Masse verbunden sind. Jedoch kann es nützlich sein, die rechte Buchse über einen Kondensator mit dem Wobbelhubpotentiometer (oberer Anschluß) oder mit dem im Muster an der Steckerleiste liegenden Anschluß für die Wobbelspannung zu verbinden. Dies ist unbedingt erforderlich, wenn das Gerät als getrennte Einheit in Verbindung mit einem normalen Oszillografen verwendet wird. Es kann aber auch sonst zweckmäßig sein, um FM-Empfänger normal „durchheulen" zu können, was dann mit Hilfe einer Nf-Modulationsspannung (zur Frequenzmodulation) möglich ist.

Potentiometer, Drehkondensator und Schalter sind auf kleine Bleche gesetzt, die mittels dazwischenliegender Abstandsrollen an der Frontplatte befestigt werden, da die Gewindebuchsen der Teile oft so lang sind, daß die Knöpfe nicht bis an die Frontplatte herangeschoben werden können und manchmal auch die Befestigungsschrauben stören. Die zur Einengung des Wobbelhubs benötigten Widerstände werden unmittelbar am Wobbelhubpotentiometer angelötet. Der Festkondensator des Oszillators II liegt parallel zum Drehkondensator, während die beiden Bereichkondensatoren unmittelbar am Schalter angebracht werden. Der Trimmer des 6,3-MHz-Bereichs wird mit 1 bis 2 cm langen Drahtstücken direkt an den Schalter angelötet und zwar so, daß die Abgleichschraube von oben zugänglich ist.

Bei der Anfertigung der Spulen achte man auf die Verteilung der Anschlüsse, wie in Bild 14 angegeben, da sich so die kürzesten Verbindungen unterhalb des Chassis ergeben. Beim Einbau müssen die Anschlüsse dann so liegen, wie **Bild 7** zeigt.

Da der Platz unterhalb des Chassis (Bild 7) etwas beengt ist, werden alle Teile freitragend angeordnet. Röhrenfassungen, Spulenanschlüsse usw. bieten genügend Stützpunkte um eine ausreichende Stabilität zu gewährleisten. Bei der Verdrahtung gehe man genau nach Bild 7 vor, auch achte man auf die Lage der Anschlüsse der Röhrenfassungen, damit die Teile in der gezeichneten Anordnung zu liegen kommen. Die in der Mitte in 2,5 cm Höhe durch das Chassis gezogene Masseleitung wird aus 1,5 mm starkem Draht angefertigt und ist einerseits an einer Befestigungsschraube der letzten Röhrenfassung, andererseits an den Telefonbuchsen befestigt. Sie dient als Stützpunkt für die zahlreichen an Masse führenden Widerstände und Kondensatoren.

Das Chassis hängt in zwei Bügeln, die an der Frontplatte befestigt werden. Die Konstruktion erlaubt die Anbringung eines Netzteils, oder eines Eichmarkengebers, der auf dem Netzteilchassis einzeln oder zusammen mit diesem untergebracht werden kann und der später beschrieben wird.

Abgleichen

Zum Abgleichen wird ein Oszillograf benötigt, der ohnehin zu einem vollständigen Frequenzkurvenschreiber gehört, sowie ein Prüf- oder Meßsender, dessen Frequenz zwischen 4 und 7 MHz einstellbar sein muß. Ein Röhrenvoltmeter zur Kontrolle der Spannung an den Oszillatorgittern ist erwünscht, jedoch kann man diese Spannungen auch durch Gitterstrommessung bestimmen. Die Oszillatorspannung ist dabei etwas größer als das Produkt aus Gitterstrom und Gitterableitwiderstand zuzüglich der Spannung am Katodenwiderstand.

Zum Abgleichen des Oszillators I muß die Blindröhre angeschaltet werden und vor allem muß die richtige Vorspannung von —10 bis —12 V am Gitter 3 eingestellt sein. Die am Katodenwiderstand abfallende Spannung muß dem Spannungsabfall am Widerstand in der Gesamtminusleitung hinzugezählt werden. Nunmehr wird der Bereichschalter in Stellung „Fremd" gebracht (Oszillator II ausgeschaltet) und an Gitter 1 der Mischröhre ein Prüfsender angeschaltet. Die Ausgangsbuchse wird mit dem Eingang eines Oszillografenverstärkers verbunden und das Ausgangspotentiometer wird voll aufgedreht. Beim Durchdrehen des Prüfsenders erhält man bei Frequenzgleichheit von Prüfsender und Oszillator I eine Schwebungsnullstelle, und links und rechts davon dem Frequenzabstand entsprechende Schwebungsfrequenzen. Mit Hilfe des Eisenkerns wird der Oszillator auf 4,4 MHz abgeglichen.

Zur Einstellung und Prüfung des Wobbelhubes wird die Kippspannung des Oszillografen an der vorgesehenen Stelle abgeschlossen. Nun erscheint eine Kurve gegemäß **Bild 15a,** auf dem sich die Schwebungsnullstelle gut abzeichnet. Beim Verstimmen des Prüfsenders wandert diese Nullstelle nach links oder rechts. Durch Vergleichen der Verstimmung mit der Nullpunktverschiebung auf dem Bildschirm kann sowohl der Hub in seiner Größe als auch hinsichtlich seiner Linearität geprüft werden. Auch das Hubpotentiometer kann so geeicht werden. Zu große Wobbelspannung bei sonst richtiger Einstellung erkennt man daran, daß eine der Frequenz einigermaßen proportionale Nullpunktverschiebung nur auf einem kurzen Stück des Schirmbildes stattfindet. Darüber hinaus ergibt eine kleine Frequenzverschiebung eine sehr große Wanderung des Nullpunktes. Auch der richtige Arbeitspunkt ist auf diese Weise leicht zu ermitteln. Dieser ist erreicht, wenn gleichen Frequenzänderungen des Prüfsenders gleiche Auswanderungen des Schwebungsnullpunktes nach links und rechts auf dem Bildschirm entsprechen.

Bei der beschriebenen Art des Abgleichs muß der Frequenzgang des Oszillografenverstärkers beachtet werden. Ist dieser bis zum größten Wobbelhub, also bis etwa 600 kHz geradlinig, so bleibt die Amplitude über dem ganzen Schirm während des Hubes gleich groß, wie etwa Bild 15a zeigt (mit kleinem Wobbelhub aufgenommen). Voraussetzung ist dabei, daß der Wobbelsender keine Amplitudenmodulation aufweist. Andererseits kann man eine solche unter Beachtung des Frequenzganges des Oszillografenverstärkers auf diese Weise leicht feststellen. **Bild 15b** zeigt ein Schirmbild mit einem Oszillografenverstärker, der über 100 kHz bereits einen Abfall der Verstärkung besitzt, was deutlich an der Verkleinerung der Amplitude an einem Ende zu erkennen ist. — In **Bild 15c** ist wiedergegeben, wie sich Überschwingen von gewissen negativen Werten der Modulationsspannung ab bemerkbar macht. Da dies u. U. den ausnutzbaren Hub zu stark einengt, muß in einem solchen Falle der Gitterableitwiderstand verkleinert werden.

Zum Abgleich des Oszillators II wird die Verbindung des Oszillators I zum Gitter 3 der Mischröhre unterbrochen und dieses statt dessen mit dem Gitter der Oszillatorröhre II verbunden. Die Verbindung vom Spannungsteiler zum Gitter 1 der Mischröhre wird ebenfalls unterbrochen. An Gitter 1 liegt weiterhin der Prüfsender. Durch Feststellung des Schwebungsnullpunktes wird, wie bereits beschrieben, diesmal der Oszillator II abgeglichen. Zuerst wird mit dem Eisenkern die Frequenz 4,87 MHz eingestellt (Stellung 470 kHz), da die Induktivität der Spule beim Abgleich der Frequenz 6,3 MHz (Stellung 10,7 MHz) nicht mehr verändert werden darf. 6,3 MHz wird mit dem Trimmer abgeglichen. Während des Abgleichs beider Frequenzen soll der Drehkondensator halb herausgedreht sein. — Nach dem Abgleich werden die vorgenommenen Schaltungsänderungen rückgängig gemacht.

Wenn die in der vorliegenden Beschreibung gemachten Angaben und Anweisungen genau beachtet werden, besteht der Abgleich in der Hauptsache aus der Einstellung des Arbeitspunktes der Blindröhre und dem genauen Abgleich der Frequenzen.

Herbert Lennartz

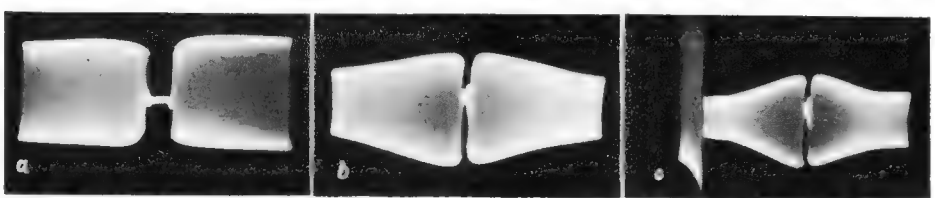
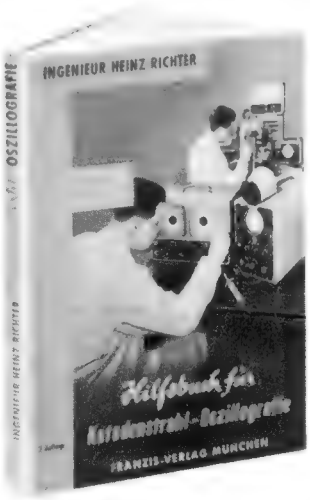


Bild 15. Schirmbilder: a = Einstellung der Prüfsenderfrequenz in die Mitte des Wobbelhubs (4,4 MHz) bei einem innerhalb des Wobbelhubs linearen Oszillografenverstärker; b = Oszillografenverstärker mit abfallender Verstärkung bei höheren Frequenzen; c = Überschwingen des Oszillators I bei negativer Wobbelspannung



FRANZIS-FACHBÜCHER

der Grundstock Ihres Wissens-Schatzes

Der Fernseh-Empfänger

Von Dr. Rudolf Goldammer

Schaltungstechnik, Funktion und Service — ein Buch, das die Fernseh-Empfangstechnik ganz von der praktischen Seite her aufrollt.
144 Seiten, 217 Bilder, 5 Tabellen. Kart. **9.50 DM,** in Halbleinen **11 DM.**

Funktechnik ohne Ballast

Von Ing. Otto Limann

Einführung in die Schaltungstechnik der Rundfunk- und UKW-Empfänger, ein Buch, das auch der Anfänger gut versteht.
2. Aufl. 196 Seiten, 368 Bilder, 7 Tafeln. Kart. **9.50 DM,** in Halbleinen **11 DM.**

Trafo-Handbuch. Von Dipl.-Ing. W. Hassel und Ing. E. Bleicher

Handbuch der Netz- und Tonfrequenz-Transformatoren und Drosseln in Berechnung, Entwurf und Fertigung.
288 Seiten, 158 Bilder, 24 Tafeln. Kart. **18.80 DM,** in Halbleinen **19.80 DM.**

Dauermagnettechnik

Von Ing. Gerhard Hennig

Eine gründliche, aber auch dem einfachen Mechaniker verständliche Darstellung der Magnettechnik und ihrer Anwendungen speziell für die Radiotechnik.
132 Seiten, 121 Bilder, 16 Tabellen. Kart. **12.60 DM,** in Halbleinen **13.80 DM.**

Hilfsbuch für Katodenstrahl-Oszillografie. Von H. Richter

Vermittelt das Wissen vom praktischen Arbeiten mit dem Oszillografen in Radio- und Fernsehtechnik ohne allen theoretischen Ballast.
2. Aufl. 220 Seiten, 176 Bilder, 79 Oszillogramme, 15 Tabellen. Kart. **12 DM,** in Halbleinen **13.80 DM.**

Röhrenmeßtechnik

Von Helmut Schweitzer

Groß angelegte Darstellung der Röhrenmeßtechnik für den Praktiker in Werkstatt und Labor. Röhrenmessen bedeutet bessere Ausnutzung der Röhren.
192 Seiten, 118 Bilder. Kart. **12 DM,** in Halbl. **13. 80 DM.**

Funktechnische Nomogramme

Von Hans-Joachim Schultze

Rechentafeln für zahlreiche sonst sehr zeitraubende Rechnungen in der Radiotechnik. 75 Tafeln in Mappe. Kart. **9 DM.**

Zu beziehen durch jede Buch- und Fachbuchhandlung. Bestellungen auch an den

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN

Keramik für Kondensatoren und Bauteile

Der Anteil der Keramik als Grundlage für Bauelemente der Nachrichtentechnik ist im Steigen. Neben die „weiße Keramik" für Kondensatoren und isolierende Teile (Stützkeramik) schieben sich die „schwarzen Massen", wie die Ferrite aus Metalloxyden unterschiedlicher Zusammensetzung genannt werden. Als Sonderentwicklung, etwa in dieses Gebiet gehörend, sind spezielle Heißleiter wie die NTC-Widerstände und die Kontakthalbleiter (spannungsabhängige, sogenannte VDR-Widerstände) zu nennen.

Aus diesem Gebiet zeigte die Elektro-Spezial GmbH auf der Deutschen Industrie-Messe in Hannover interessante Proben ihrer vielfältigen Produktion.

Die keramischen Rohrkondensatoren aus sieben verschiedenen Werkstoffen besitzen die genormten Durchmesser 2, 3, 4 und 8 mm in jeweils fünf Längen. Beide Armierungen — Draht- oder Fahnenanschluß — sind lieferbar. Insgesamt enthalten die Listen über 500 Werte und Ausführungsformen, so daß sich für die Fabrik infolge der meist kurzen Lieferzeiten schwierige Organisationsprobleme auftun.

Wenn die an sich geringe Induktivität des langgestreckten Rohrkondensators stört, werden Scheibenkondensatoren benutzt; hier gibt es 82 empfohlene Vorzugstypen.

Neben diesen Standardausführungen werden zahlreiche Sonderformen verlangt und gefertigt: Kondensatoren mit stark negativem Tk in Form von Differentialkondensatoren, Mehrfachkondensatoren in raumsparender Ausführung (ein Innenbelag, mehrere Außenbeläge), Blockkondensatoren aus parallel liegenden Röhrchen, Berührungsschutzkondensatoren höchster Prüfspannung und Kondensatoren mit genau vorgeschriebenem Tk, meistens als Parallelkondensatoren ausgeführt.

Alle diese Typen können mit einem Schutzüberzug versehen werden, so daß die früher übliche Methode des Einlötens in ein Schutzrohr entfällt.

Häufig, vor allem in Fernsehempfänger, werden Durchführungskondensatoren eingebaut; sie sind als Rohr- oder Scheibenkondensatoren ausgebildet und ersparen bei Blechdurchführungen ein besonderes Keramikfutter. Je nach Typ liegen ihre Eigenresonanzen zwischen 40 und 160 MHz.

Der keramische Drahttrimmer, u. W. zuerst von Philips eingeführt, ist der billigste und elektrisch stabilste Trimmer, obwohl man beim Abgleich nur von der höheren Kapazität nach unten durch Abwickeln gehen kann; wird versehentlich die richtige Kapazitätsgrenze unterschritten, so muß ein neuer Drahttrimmer eingelötet werden. Diesen Nachteil vermeidet der Rohrtrimmer mit keramischem Kern, Schraubhülse mit Außengewinde und einer Halterung aus U-Blech.

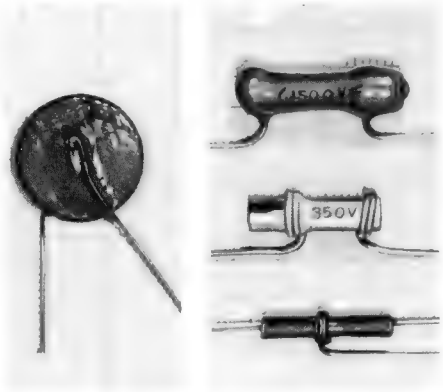
Die nächste Gruppe wird von den Leistungskondensatoren der Typen Tonnen-, Wulstrohr- und Topfkondensatoren, den Wulstrohr- und Topfdrahttrimmern und schließlich den Wulstrand- und Flachrandplatten gebildet. Sie sind je nach Größe der wärmeabgebenden Oberfläche für 0,4 bis 50 kVA bei Nennspannungen zwischen 2 und 15 kV ausgelegt. Tonnenkondensatoren für Fernsehempfänger mit Metallkolben-Bildröhre halten auch noch größere Spannungen aus. Alle erwähnten Bauformen sind für Sender, für elektromedizinische Geräte und Generatoren, für das Hf-Schweißen und für Ultraschallgeräte bestimmt.

Neu sind Flachrandplatten, die ähnlich den Platten der Trockengleichrichter aufeinandergestapelt und unter Zwischenlegen einer Folie zu Säulen geformt werden, die man beliebig parallel schalten kann. Für größere Platten dieser Art wird eine neue Dreibeinfederung eingeführt, die die Festigkeit der u. U. großen und schweren Plattenkondensatorbatterien verbessert. Solche Konstruktionen halten auf dem Rütteltisch Beschleunigungen bis zu 50 g (g = Erdbeschleunigung) aus. Zugleich erhöht sich durch die Dreibein-Stromzuführung die Strombelastungsfähigkeit. In Sonderfällen bietet diese Dreibeinbefestigung zusätzliche Vorteile, etwa bei der Montage von großen Topfkondensatoren in Sendern, bei der der Außenbelag Hf-Spannung gegen Masse führt und damit die üblichen Füße dielektrisch stark belastet.

Isolierende Teile für den Aufbau der oben erwähnten Schaltungen fallen unter das Gebiet der Sonderkeramik. Die zahllosen Stützen, Durchführungen, Halterungen usw. werden meistens nach Angaben der Konstrukteure gefertigt, denn dieses Gebiet ist zum Kummer der Produzenten noch nicht genormt. Wichtige Teile sind Hochspannungsdurchführungen mit 50 bis 160 mm Durchmesser und für 7 bis 30 kV Betriebsgleichspannung (Eigenkapazität: 4—7 pF). Stützen werden katalogmäßig bis zur Höhe von 180 mm, 870 g Gewicht und Spannungsfestigkeit von 45 kV bzw. 30 kV_{eff} (Hf-Spannung) gefertigt.

Die Herstellung erfolgt nach dem Gießverfahren oder durch Hobeln, Fräsen und Drehen in getrocknetem bzw. vorgeglühtem Zustande (noch nicht dichtgesintert). Für Präzisionsteile ist nach dem Scharfbrand eine Nachbearbeitung mit Diamantscheibe möglich.

Für Spezialzwecke sind auf Spulenkörper eingebrannte Wicklungen lieferbar, die einen sehr niedrigen, fest definierten Temperaturkoeffizienten aufweisen.



Keramik-Kondensatoren der Elektro-Spezial GmbH; links: Scheibenkondensator mit Drahtanschlüssen; rechts unten: Durchführungskondensator; mitte: Rohrkondensator mit Drahtanschluß (Form Rd; oben: Rohrkondensator mit Kunstharzumhüllung

Zu den „schwarzen Massen" gehört vor allem das bekannte Ferroxcube-Spulenmaterial. Ferner sei hier außerdem auf die NTC-Widerstände (Negativer Temperatur-Koeffizient) verwiesen. Ihre Stromspannungskennlinie ist im unteren Temperaturbereich annähernd linear. Sie ersetzen vielfach die früher benutzten Thermoelemente, Bi-Metallstreifen und Widerstandsthermometer.

Spannungsabhängige Widerstände vom Typ VDR (Voltage Dependent Resistor) sind aus Siliziumkarbidkörnern mit Hilfe eines Bindemittels zusammengesintert, wobei sich ein spannungsabhängiger Kontaktwiderstand zwischen den Karbid-Kristallen ausbildet. Das Material ist feinkörnig, porös und sehr hart. Es wird in Form kleiner Scheiben von 7,5 bis 40 mm Durchmesser geliefert. Für einen mittleren C-Wert (330) werden folgende Verhältnisse angegeben:

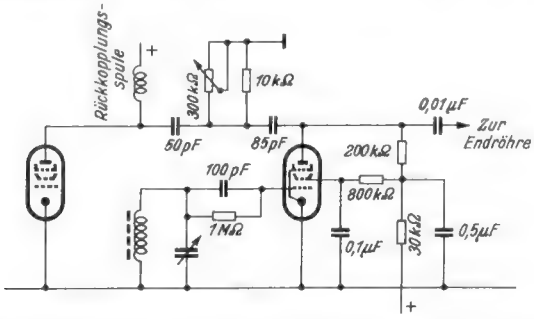
mA	V	kΩ
1000	330	0,33
100	205	2,05
10	125	12,5
1	80	80

Diese erschütterungsfesten und alterungsbeständigen Widerstände lassen sich für zahlreiche Regel-, Schutz- und Steuervorgänge verwenden. -tz-

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Potentiometer zur Rückkopplungseinstellung

Bei einem Zweikreiser ergab die Überprüfung, daß der mit einem Potentiometer zusammengebaute Rückkopplungsdrehkondensator schadhaft geworden war. Da das Gerät sich in einem sonst einwandfreien Zustand befand, und ein Original-Ersatzteil nicht beschafft werden konnte, wurde ein etwas ungewöhnlicher Weg beschritten, um den Empfänger wieder instandzusetzen.



Rückkopplungsregelung durch ein Potentiometer anstelle eines nicht mehr zu beschaffenden Rückkopplungskondensators

Aus vorhandenen Beständen wurde ein Potentiometer mit 300 kΩ als geeignet ausgesucht. Nach einigen Versuchen wurde die im **Bild** dargestellte Schaltung gefunden. Die Rückkopplungsspannung wird über einem kapazativen Spannungsteiler zur Rückkopplungsspule geleitet, die gleichzeitig als Ankopplungsspule benutzt wird. Die Rückkopplungsspannung wird mit Hilfe des Potentiometers geregelt. Der Parallel-Widerstand am Spannungsteilerpunkt stellt den richtigen Grundbereich ein. Günther Levermann

Herabsetzung hoher Anodenspannungen

In der FUNKSCHAU 1953, Heft 23, Seite 471, wurde die Verminderung einer durch Emissionsrückgang der Endröhre verursachten überhohen Anodenspannung in Rundfunkempfängern behandelt. Es wurde dort vorgeschlagen, einen Widerstand R von etwa 5 bis 7 kΩ von der Plusleitung nach Masse zu legen **(Bild 1)**. Dieser Weg ist aber nicht immer gangbar. Durch besagten Widerstand müßte nämlich bei einer Gleichspannung von 300 V ein Strom von über 40 mA fließen, der in vielen Fällen eine Überlastung des Netzteiles zur Folge hätte. Außerdem würde die Wirkung der in älteren Empfängern ohnehin schon knapp bemessenen Siebglieder verschlechtert.

Eine bessere Lösung bringt die Schaltung nach **Bild 2**. Hier wird ein Widerstand Rs von etwa 1 bis 4 kΩ zwischen die Katode der Gleichrichterröhre und den Pluspol des Ladekondensators geschaltet. Zunächst möchte man meinen, die Spannung an C_L wäre nur von der Spannungsteilung an R_s und dem gesamten Belastungswiderstand (der sich aus dem Verbraucherwiderstand R_b, dem Innenwiderstand der Siebdrossel und u. U. aus R_p zusammensetzt) bestimmt. Dies ist aber nicht der Fall. C_L und C_s werden nämlich durch die Belastung dauernd entladen; aufladen können sie sich dagegen nur während

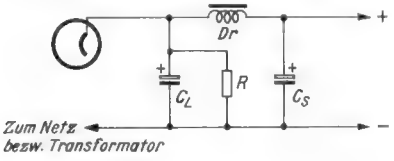


Bild 1. Das Herabsetzen zu hoher Anodenspannungen durch einen Belastungswiderstand R ist wegen des erhöhten Stromverbrauches ungünstig

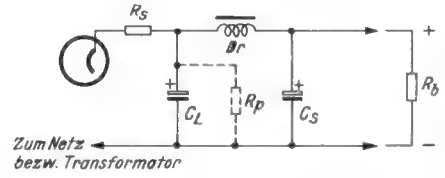


Bild 2. Eine wirksame Spannungsherabsetzung ohne Nachteile wird durch einen Serienwiderstand R_s vor dem Ladekondensator erzielt

der kurzen Zeitspanne, da die Anode der Gleichrichterröhre gegenüber der Katode positiv ist. Der hierbei auftretende verhältnismäßig kräftige Stromstoß wird nun durch R_s beträchtlich geschwächt. So kommt es, daß die Spannung an C_L wesentlich niedriger ist, als man auf den ersten Blick annehmen würde, sie beträgt 60 bis 70% der ursprünglich vorhandenen Betriebsspannung.

Stromentnahme	20...50 mA		50...80 mA	
R_p	50 kΩ; 3 W		25 kΩ; 6 W	
Gleichrichtungsart	Einweg	Zweiweg	Einweg[1])	Zweiweg
R_s	1,9...0,95 kΩ 2 W	3,7...1,85 kΩ 4 W	0,95...0,6 kΩ 4 W	1,85...1,2 kΩ 8 W

[1]) nur bis 60 mA

Es kommt auch oft vor, daß in älteren Empfängern, in denen Spitzenspannungen bis 500 V auftreten, ein durchgeschlagener Elektrolytkondensator ersetzt werden muß. Sollte kein neuer Kondensator mit solcher Spannungsfestigkeit vorhanden sein, so kann man sich durch Parallelschaltung eines Belastungswiderstandes Rp von 25 bis 50 kΩ helfen (in Bild 2 gestrichelt). Dieser vermindert die ursprünglich während der Anheizzeit vorhandene Spitzenspannung um mindestens 20%, ohne die Gleichrichterröhre zu überlasten.

Die **Tabelle** gibt für alle in der Praxis vorkommenden Fälle die Werte und Belastbarkeiten von Rp und Rs an. Sie wurden durch Versuche ermittelt und gelten für Kondensatorkombinationen von 2 × 4 bis 2 × 50 µF.

Dieses Verfahren wurde vom Verfasser schon in mehreren Fällen erfolgreich angewendet, ohne daß irgendwelche nachteiligen Folgen eingetreten wären. Franz Jerfy

Zweckmäßige Arbeitsplätze für die Fachwerkstatt

Dem „Arbeitsplatz" im engeren Sinne wird immer noch viel zu wenig Beachtung geschenkt. Häufig wird sogar unter sehr primitiven Bedingungen repariert. Die folgenden praktisch erprobten Vorschläge mögen hier wertvolle Anregungen zu Verbesserungen geben. Als recht zweckmäßig hat es sich erwiesen, seinen Arbeitsplatz durch zwei A b l e g e p l a t t e n rechts und links vom Arbeitsstuhl zu ergänzen. Am besten ist es, man schrägt diese Platten an der Innenseite ab, so daß man einen trapezförmigen Einschnitt für den Arbeitssitz erhält. Wer einmal an einem solchen Platz gearbeitet hat, möchte ihn nicht wieder missen. Besonders große Vorteile ergeben sich in Verbindung mit einem Drehschemel. Die in **Bild 1** angegebenen Maße haben sich bewährt.

Nicht immer wird der zur Verfügung stehende Raum für einen so breiten Tisch ausreichen. Bei Neuplanungen sollte man aber damit nicht sparen. Geräumige Plätze heben die Arbeitsfreudigkeit des Personals und ergeben eine geringere Reklamationsquote bei Reparaturen. Liegen mehrere Arbeitsplätze in einer Reihe, dann schrägt man die Platten an b e i d e n Seiten ab **(Bild 2)**.

Zweckmäßig werden an passender Stelle in die Tischplatte einige S c h a l e n z u r A u f n a h m e v o n K l e i n t e i l e n eingelassen. Dadurch gehen keine Teile verloren, es stehen aber auch keine

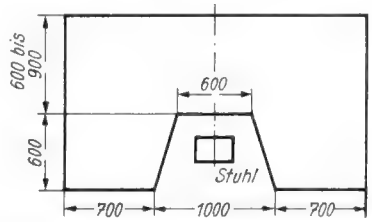


Bild 1. Abmessungen der Tischplatte eines zweckmäßigen Arbeitsplatzes

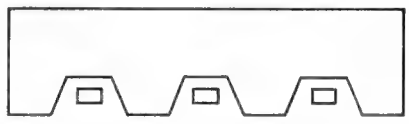


Bild 2. Anordnung bei mehreren nebeneinanderliegenden Arbeitsplätzen

Schachteln im Wege, da die Oberfläche der Schalen mit der Tischoberfläche abschneidet. Den Querschnitt der Schalen macht man am besten halbkreisförmig, man kann dann auch kleine Schrauben leicht herausnehmen, sie setzen sich nicht in den Ecken fest.

Die P r ü f t a f e l baut man besten in Form eines Viertelkreises (oder Vieleck-Viertels) auf. Den inneren Radius dieses Viertelkreises nimmt man gleich der eigenen Armlänge mit dem Arbeitsstuhl als Mittelpunkt.

Sehr schwierig sind ältere Geräte ohne abnehmbares Bodenbrett zu reparieren, deren Chassis aus mehreren Teilen besteht und bei denen die einzelnen Teile durch kurze Leitungen und Seilzüge verbunden sind. Bei der Fehlersuche müssen die herausgebauten, zusammenhängenden Chassisteile dauernd hin- und hergedreht werden. Hierbei ist die Gefahr von Kurzschlüssen, elektrischen Schlägen, Leitungsbrüchen und Röhrenzerstörungen immer sehr groß. Verringern kann man diese Gefahren, wenn man die einzelnen Teile auf ein gemeinsames Brett stellt und das Ganze als Einheit dreht. Wer häufiger solche Arbeiten machen muß, kann sich für diesen Zweck eine kleine D r e h s c h e i b e auf seinem Arbeitsplatz einbauen. Wenn man dieser Drehscheibe einen Anschlag gibt, so daß sie nur e i n e n Vollkreis beschreibt, kann man auch die Netz- und die Antennenleitung vom Mittelpunkt her der Scheibe zuführen. Dadurch wird die Gefahr von Leitungsverwirrungen vermindert.

Häufig ergibt sich auf den Arbeitsplätzen ein starker M o d u l a t i o n s b r u m m , wenn man ein Gerät auf den Träger abstimmt. Die Schuld wird dann meistens den Antennenzuleitungen gegeben, die zu eng benachbart mit den Netzleitungen verlaufen. Der wahre Übeltäter ist aber oft das Instrument zum Messen der Netzstrom-Aufnahme, an dem sich eine Brummspannung bildet. Wenn auch der ohmsche Widerstand eines Strommessers nur klein ist, so ergibt sich doch für Hochfrequenz bei Gleichrichterinstrumenten eine Brumm-Modulation, ähnlich wie beim eigentlichen Netzgleichrichter im Empfänger. Das Überbrücken des Amperemeters mit dem üblichen Störschutzkondensator von 5 bis 10 nF schafft Abhilfe. Johs. Eilers

Der Franzis-Verlag teilt mit

1. **Bitte,** beachten Sie bei allen Zuschriften unsere neue Anschrift:

München 2, Luisenstraße 17. — Fernruf 5 16 25

2. **Die Funktechnischen Arbeitsblätter** der Lieferungs-Ausgabe erfreuen sich vornehmlich bei neuen Abonnenten zunehmender Beliebtheit. Jede der zehn Lieferungen, die bisher fertig vorliegen, umfaßt 40 Seiten (20 Blätter) und kostet 4.80 DM. Lieferung 6 ist z. Z. ausverkauft, befindet sich aber bereits wieder im Neudruck und dürfte in Kürze lieferbar sein. Für die Funktechnischen Arbeitsblätter haben wir einen ausführlichen Prospekt mit genauen Inhalts-Aufstellungen herausgegeben, den wir Interessenten gern kostenlos zusenden.

3. **Die Röhren-Dokumente** liegen gleichfalls in einer Lieferungs-Ausgabe vor, und zwar sind 8 Lieferungen mit insgesamt 160 Blättern erschienen; es sind alle die Blätter, die **nicht** in der FUNKSCHAU veröffentlicht worden sind, die also zur Vervollständigung der Sammlung dringend benötigt werden. Lieferung 1 bis 8 sind einzeln für je 3.50 DM zu beziehen, Lieferung 1 bis 5 außerdem in einem verbilligten Sammelband zu 12.— DM. Lieferung 1 bis 8, zusammen bestellt, kosten demnach 22.50 DM. Prospekt auf Wunsch!

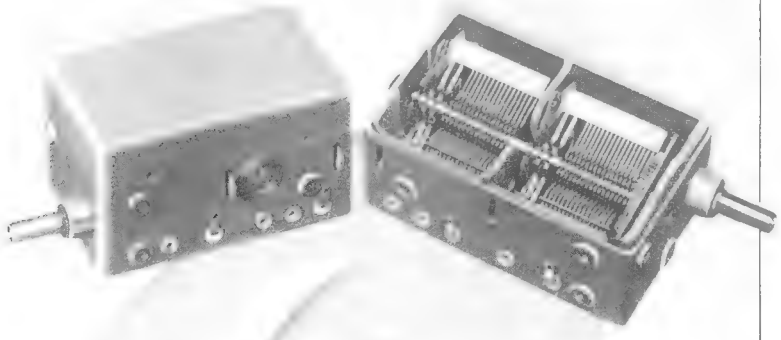
4. **Vielseitige Verstärkergeräte für Tonaufnahme und Wiedergabe,** dieser begehrte RPB-Band Nr. 8 von Ingenieur Fritz Kühne, ist seit kurzem in unverändertem Nachdruck als 4. Auflage lieferbar. 64 Seiten, 36 Bilder, Preis 1.40 DM. Der Band gehört zu den „Bestsellern" der Radio-Praktiker-Bücherei, was man verstehen wird, wenn man daran denkt, welch großem Interesse der Selbstbau von Verstärkern nach wie vor begegnet.

5. **Die FUNKSCHAU-Sammelmappen** sind erst wieder in etwa zwei Wochen lieferbar. Bitte, fassen Sie sich in Geduld! Die bei uns eingegangenen sehr zahlreichen Vorbestellungen werden natürlich als erste erledigt, Mahnungen sind nicht erforderlich. Die neuen Mappen haben einen stärkeren Rückenfalz, sie sind aus durchgehendem Material gearbeitet und deshalb wesentlich haltbarer. Allerdings werden sie wenige Groschen teurer werden müssen, weil die verbesserte Ausführung erhöhte Kosten verursacht. Da die Mappen aber viele Jahre halten sollen (am Ende eines Jahres läßt man den kompletten Jahrgang in die billige Einbanddecke einbinden), erscheint uns die dauerhafteste Ausführung auch bei leicht erhöhtem Preis gerade gut genug.

6. **Die Taxliste** ist, wie wir bereits mitteilten, seit kurzem wieder lieferbar. Um der großen Nachfrage entsprechen zu können, mußten wir einen Nachdruck der ersten Ausgabe herstellen lassen. Die zahlreichen Vorbestellungen sind inzwischen erledigt worden. Wer die Taxliste noch zu erhalten wünscht, möge uns umgehend schreiben, damit er aus der relativ kleinen Stückzahl des Nachdrucks beliefert werden kann. Die Taxliste enthält die sorgfältig ermittelten Rücknahme-Preise der älteren Geräte und ist für die in der sommerlich ruhigeren Geschäftszeit besonders zahlreichen Rückkäufe bzw. „Inzahlungnahmen" von Rundfunkgeräten unerläßlich. Der Preis beträgt 2.90 DM.

FRANZIS-VERLAG · München 2, Luisenstraße 17 · Postscheckkonto München 57 58

DAU LUFT-DREHKOS



In allen Kombinationen mit und ohne Zahnrad-Getriebe

für die gesamte Radio-Industrie

PAUL DAU & CO. / APPARATEBAU

NAGOLD (Württemberg) · Telefon Nagold 389

WIR DRUCKEN

nicht nur laufend diese Fachzeitschrift im Offsetverfahren, sondern auch andere Zeitschriften und Illustrierte in Tiefdruck und Buchdruck. Auch Industrie, Handel und Gewerbe bedienen sich in steigendem Maße zur Herstellung von Prospekten, Katalogen, Plakaten unserer drei Druckverfahren. Denken auch Sie bitte bei

BUCHDRUCK

Vergebung Ihrer Druckaufträge an FRANZIS-DRUCK. *Denn Sie wissen es doch: Ein zuverlässiger Helfer des Werbe- und Verkaufsleiters ist „der gute Drucker"! Und* FRANZIS-DRUCK *bedeutet vorbildlicher Tiefdruck, beispielhafter Offsetdruck und mustergültiger Buchdruck in geschmackvoller Satzgestaltung. Ob Ein- oder Mehrfarbendruck, ob*

OFFSETDRUCK

Massenauflagen oder kleine Auflagenhöhen, FRANZIS-DRUCK *bietet in jedem Fall das geeignete Druckverfahren sowohl auf Bogen- als auch auf Rotationsmaschinen.* FRANZIS-DRUCK *wird Sie daher stets sachlich und Ihre Interessen wahrend beraten. Auch Ihnen würden wir gerne als „Ihr guter Drucker" dienen. Schreiben Sie uns bitte,*

TIEFDRUCK

damit wir Ihnen Druckproben vorlegen und in gemeinsamer Aussprache vorteilhafte Vorschläge für Sie ausarbeiten können ... natürlich völlig unverbindlich. Aber bitte lassen Sie bald von sich hören, denn je rechtzeitiger die Vorbereitungen getroffen werden können, um so besser gelingt das Werk.

FRANZISDRUCK

FRANZIS-DRUCK

G. FRANZ'SCHE BUCHDRUCKEREI G. EMIL MAYER

GEGRÜNDET 1828 · MÜNCHEN · LUISENSTR. 17 · FERNRUF 51625

Briefe an die FUNKSCHAU-Redaktion

60% der Lehrlinge lesen die FUNKSCHAU

Gelegentlich Ihres 25jährigen Jubiläums, zu dem ich Sie herzlichst beglückwünsche, wird Sie folgendes interessieren:

Ich habe kürzlich als Lehrlingswart der Rundfunkmechanikerinnung Bielefeld Zwischenprüfungen für die Lehrlinge im 2. und 3. Lehrjahr durchgeführt. In einem Fragebogen an die Lehrmeister, der eine Übersicht über die in den einzelnen Werkstätten vorhandenen Meß- und Prüfgeräte erbringen sollte, hieß es auch:

„Welche Fachzeitschriften bekommt Ihr Lehrling regelmäßig zur Verfügung gestellt?"

Das Ergebnis: 28% bekommen keine, von den restlichen 72% bekommen 60% die FUNKSCHAU.

Nochmals beste Glückwünsche **Ihr Walter Marten, Bielefeld**

Verstärkerserie 53

Die Verstärkerserie 53 der FUNKSCHAU hat sich bei der Vertonung von Amateurschmalfilmen in unserem Club sehr gut bewährt. Besonders das Mischpult erweist sich für die Tonuntermalung mit verschiedenen Tonquellen (Musik, Geräusche, Begleittexte) als ganz ausgezeichnet.

Das **Bild** zeigt den Einsatz einiger Geräte dieser Serie anläßlich einer öffentlichen Schmalfilmvorführung preisgekrönter Amateurfilme. Die Veranstaltung wurde vom Düsseldorfer Schmalfilmclub im kleinen

Nach FUNKSCHAU-Konstruktionsseiten gebaute Geräte der „Verstärkerserie 53" beim Vertonen von Amateurfilmen. Im oberen Gehäuse: Rundfunk- und Abhörzusatz RAZ 52 mit dem Mischpult-Entzerrerverstärker MPV-E 10/7

Kongreß-Saal (250 Sitzplätze) veranstaltet. Die Tonuntermalung erfolgte mit Band und Schallplatte. Mit Hilfe von Stroboskopscheiben wurde für einen synchronen Ablauf von Bandgerät und Projektor gesorgt. Der große Erfolg der Veranstaltung war nicht zuletzt auf die guten elektrischen Eigenschaften der FUNKSCHAU-Verstärkerserie zurückzuführen. P. H. Steinhauer

Kurzwellen unbeliebt!?

Unter dieser Überschrift erschien in FUNKSCHAU Nr. 8/1954 ein kleiner Leitartikel. Er schilderte die geringe Beachtung, die der Kurzwellenteil im Rundfunkgerät bei Hersteller und Rundfunkteilnehmer findet und berichtete von den Konsequenzen, die der Entwicklungstechniker gezogen hat.

Unser Leser Ing. Heinbert Meyer, Meldorf, nahm zu diesem Thema in einem ausführlichen Brief Stellung, den wir leider aus Raumgründen nur auszugsweise abdrucken können:

„. . . möchte ich also sagen: der Kurzwellenempfang ist unbeliebt, KW-Lupe und sonstige Maßnahmen haben alle nichts genützt. Aber nicht nur die vielen Störsender haben daran Schuld — auf der Mittelwelle haben wir ja auch viele Störungen — sondern nach meiner Ansicht liegt der Hauptgrund darin, daß es praktisch unmöglich ist, überhaupt einen Kurzwellensender einwandfrei zu empfangen, ohne daß Spiegelfrequenzpfeifen entsteht. Jedenfalls bei den heute zur Verfügung stehenden Empfängern.

Ich schrieb wegen dieser Erfahrungen an eine große Empfängerfabrik. Diese antwortete, daß eine Hf-Vorstufe nicht genüge, zwei wären das Mindeste, u. U. müßte sogar doppelte Überlagerung angewendet werden. Das aber ist für das normale Rundfunkgerät zu teuer . . .

. . . ich muß über den heute z. T. hochgezüchteten Zf-Teil nur den Kopf schütteln. Da baut man drei Zf-Bandfilter ein — was nützt das? Die Nahtrennschärfe ist wohl höher, aber die Spiegelfrequenz kommt genau so hinein wie in Empfängern mit zwei Bandfiltern. Es fehlen Bandfiltereingang oder Hf-Vorstufe; sie drücken die Pfeifstellen um vielleicht 80% herab. Der nächste Schritt wäre m. E. folgender Aufbau: Eingangskreis / Hf-Vorstufe mit rauscharmer Röhre / Zwischenkreis / Mischröhre / 2 regelbare Zf-Stufen ohne Kopplung mit der Tonblende. Ich bin der Überzeugung, daß hiermit schon ein wesentlich besserer KW-Empfang zu erzielen ist. Bei intensiver Arbeit der Industrie und entsprechender Propaganda wird dann auch bald der Kurzwellenempfang hier in der Bundesrepublik erheblich zunehmen . . . "

Das neue Telo-Antennen-Bauprogramm

Versuchsreihen der Antennenfabrik Telo, Sandvoss & Co, Hamburg, ergaben, daß für einwandfreien Fernsehempfang in vielen Fällen Ein-Ebenen-Antennen mit vier Elementen völlig ausreichen. Für schwierigere Verhältnisse werden Zwei- und Vier-Ebenen-Antennen mit acht bzw. sechzehn Elementen hergestellt.

Für einwandfreien Empfang in schlechter Empfangslage sorgen zwei verschiedene Antennenverstärker, von denen die Type FSE 54 eine Empfindlichkeit von 5 kTo bei 26facher Verstärkung, die Ausführung FS 54 bei 7 kTo 200fache Verstärkung liefert. Beide Geräte arbeiten mit Cascode-Eingangsschaltung, wobei die Röhre ECC 81 benutzt wird.

Interessant sind die Eigenschaften der Telo-Antennenanlagen für Fernsehen und Rundfunk einschließlich UKW. Sie zeichnen sich durch einfache Installation aus, wobei die Aufteilung auf die einzelnen Empfangsbereiche mit Spezial-Anschlußschnüren erfolgt, die einzeln oder kombiniert angewandt werden und für deren Anschaltung nur eine gemeinsame Anschlußdose erforderlich ist.

Neuerungen

Tonfunk-Violette FB 211 ist ein Ergänzungsbildgerät in raumsparender Bauweise für die Violetta-Rundfunkempfänger mit Fernsehtonteil. Technische Daten: 12-Kanal - Fernsehbild - Empfänger ohne Tonteil. Röhrenbestückung: 2 × EC 92, 3 × EF 80, EAA 91, PL 83, 2 × ECL 80, PCL 81, PL 81, PY 81, EY 81, EF 94, Bildröhre mit 29×22 cm Schirmgröße und Selengleichrichter. Unter der Bezeichnung FTB 211 wird der gleiche Fernsehempfänger mit Tonteil geliefert. Zusätzliche Röhrenbestückung: EF 80, PABC 80, PL 82.

Elavi 1 auch für 6 V Wechselspannung. Nachdem die Fertigung dieses in der FUNKSCHAU 1953, Heft 24, Seite 484, beschriebenen Gerätes einige Zeit läuft, konnte festgestellt werden, daß auch im 6-V-Bereich Wechselspannungen von 1 bis 6,6 V mit einer Genauigkeit von ± 2,5% gemessen werden können. Der Meßbereich erweitert sich damit auf die für den Rundfunktechniker wichtigen Heizspannungen von z. B. 6,3 V. Hersteller: Elima GmbH, Frankfurt a. Main.

Werks-Veröffentlichungen

Die besprochenen Schriften bitten wir ausschließlich bei den angegebenen Firmen anzufordern; sie werden an Interessenten bei Bezugnahme auf die FUNKSCHAU kostenlos abgegeben.

Magnetophonband - Aufsteller. Dieses blickfangende Aufstellplakat für den Fachhandel soll nicht nur als Firmenwerbemittel dienen, sondern allgemein dem Magnettongedanken Freunde werben (BASF, Ludwigshafen/Rhein).

Graetz-Nachrichten Nr. 3. Dieses neue Heft beweist wiederum ein vorbildliches Einfühlungsvermögen in die Welt des Fachhändlers. Dieser findet am Tage wenig Zeit zum Lesen von Werkzeitungen, deshalb muß man ihm zum Feierabend eine unterhaltende und dabei belehrende illustrierte Zeitschrift und keine Prospektsammlung bieten. Genau das richtige Rezept dafür haben die Graetz-Leute gefunden. Aktuelle Plaudereien über die Marktlage wechseln mit leicht verständlichen Beschreibungen von Geräten und mit flott geschriebenen Berichten aus der Fertigung. Dabei kommt das Geschäftliche nicht zu kurz, denn der Händler wird auch eingehend über die Werbemaßnahmen des Werkes und über seine eigenen Werbemöglichkeiten unterrichtet. Ein Heft, das für jeden Rundfunk- und Fernsehfachhändler in unterhaltender Form wertvolle technische und kaufmännische Informationen bietet (Graetz KG, Altena/Westfalen).

Technische Mitteilungen für die Industrie. Diese in der geschmackvollen Sammelmappe zusammengefaßten Mitteilungen über Röhren und Rundfunkzubehör dienen zur technischen Information der Kunden. Die Mappe wird durch Beiträge über neue oder verbesserte Teile laufend ergänzt (C. Lorenz AG, Stuttgart-Zuffenhausen).

Am Mikrofon: Nord - Mende. Den großen Anklang, den diese Hauszeitschrift fand, ersieht man daraus, daß in Nr. 7 Aufsätze aus der vergriffenen Nr. 1 wiederholt werden mußten. Im neuen Heft 7 interessieren außerdem besonders den Werkstattmann die Einbauanleitung für einen Sperrkreis zur Beseitigung von Störungen durch kommerzielle Sender im Bereich von 90 bis 150 kHz und die Ankündigung von zwei neuen Fernseh-Meßgeräten, Universal-Oszillograf und Bildmustergenerator (Nordmende GmbH, Bremen).

Tabelle der UKW-Sender. Der neueste Stand der UKW-Sendefrequenzen und die Einteilung der UKW - Kanäle sowie eine übersichtliche Landkarte mit den Standorten der Sender enthält die neue Kundendienst-Information KD 60 (Saba GmbH, Villingen/Schwarzwald).

Das Haus Siemens. Entstehung, Organisation und die vielseitigen Arbeitsgebiete des Hauses Siemens schildert diese über 100 Seiten starke vornehm ausgestattete Schrift. Sie wird jedem Mitarbeiter überreicht, weitet damit den Blick über den Arbeitsplatz hinaus und schafft eine Verbundenheit im Geiste der Tradition dieses Unternehmens, das stets technischen Fortschritt mit sozialer Aufgeschlossenheit vereinigte. (Siemens & Halske AG, Erlangen.)

Jubilate mit Uhr. Verschiedene flott gestaltete Prospekte rücken die Vorteile der Schaltuhr in das rechte Licht und regen in Verbindung mit wirkungsvollen Anzeigen zum Kauf an (Telefunken GmbH, Hannover).

DK-Bibliographie. Alle seit 1945 erschienenen Bücher u. Zeitschriften werden in dieser Übersicht nach DK-Zahlen geordnet aufgeführt. Die Lieferungen erscheinen in Lose-Blatt-Form. Verlag H. Brinkert KG, Essen, Am Mühlenbach 14.

Geschäftliche Mitteilungen

Der Radiogroßhandlung Hans Seger, Regensburg, Bruderwöhrdstr. 12, wurde ein Gerät Marke Schaub, Typ Transatlantic, Nr. 112 403, unterschlagen. Für sachdienliche Mitteilungen, die zur Wiederbeschaffung führen, wird eine Belohnung gewährt. Das Gerät wird vermutlich in Nordrhein-Westfalen auftauchen

RADIOGROSSHANDLUNG

HANS SEGER

REGENSBURG

Tel. 2080, Bruderwöhrdstraße 12

liefert zuverlässig ab Lager

- Rundfunk- und Fernsehgeräte
- Phonogeräte und Magnetophone
- Koffer- und Autosuper, Musikschränke

und alles einschläg. Radiomaterial folg. Firmen:

Blaupunkt, Braun, Continental, Dual, Ebner, Emud, Graetz, Krefft, Loewe-Opta, Lorenz, Nora, Philips, Saba, Schaub, Siemens, Telefunken

Kühlschränke:

AEG Motor	75 Liter	665.- DM
	110 Liter	795.- DM
Krefft Absorber	50 Liter	398.- DM
	70 Liter	498.- DM
Krefft Motor	100 Liter nieder	768.- DM
	100 Liter hoch	788.- DM
	130 Liter	848.- DM
	225 Liter	1285.- DM

Quick Waschmaschine mit Zeitmesser
und mit Wringer . . . . . 480.- DM
mit elektr. Heizung . . . . . 550.- DM

BAUSÄTZE

Alle hier aufgeführten Spezial-Bausätze enthalten Röhren und Gehäuse, sowie Lautsprecher bei Empfängern und Verstärkern.

Es fehlt also nichts!

6-Kreis-Super „Marschall" in poliertem Gehäuse mit magischem Auge	DM 69.50
2-Kreis-Geradeaus „Fortuna" ebenfalls poliertes Gehäuse kompl.	DM 49.—
Einkreis-Gerät „Melodia"	DM 39.—
„Omniton" 20-Watt-Mischpultverstärk. mit 10-Watt-Chassis u. 5 Röhren Geg.A Betrieb	DM 95.—
„Effekt" Guitarren-Verstärker f. kleine Kapellen	DM 69.—
Bausatz-„Pilot" Kleinprüfsender . . .	DM 29.—
Bausatz-„Spion" das interess. Fehlersuchgerät	DM 29.—
„Der junge Marconi". Ein Einröhren-Lehrbausatz für 9 V Anodenspannung	DM 9.50

Nachnahmeversand und Auskunft durch:

NORDFUNK VERSAND

(23) BREMEN · An der Weide 4/5 · Tel. 24921

KARL HOPT G.M.B.H.

RADIOTECHNISCHE FABRIK
SCHORZINGEN · WÜRTTEMBERG

RÖHREN-SONDERANGEBOT

AZ 1, 11, 41 1.50 AZ 12 2.- AL 4 5.- EF 41 4.-
ECH 42 4.75 EAF 42 4.50 EL 41 4.- EL 42 4.05
ECH 81 5.25 EABC 80 4.50 EF 80 4.50 ECL 80 4.45
EBF 2 2.50 EBC 3 2.80 EF 12 4.85 EZ 12 3.50
RS 282 3.50 RS 291 1.50 AS 1010 35.- LB 2 10.-
LB 9 10.- 3 BP 1 18.- 5 FP 7 15.- P 35 1.30 u. a. m.

Bitte verlangen Sie Liste 25/54. Lieferung nur an den Fachhandel.

WILH. J. THEIS · Röhrengroßhandel
WIESBADEN · Emilienstraße 4 · Telefon 2 50 10

Germanium-Kristalldioden

z. B. Type BN 6 DM 2.90

(Ortssender im Lautspr., UKW-Empfang, Bauanl. -.30), Meßdetektor. 10000fach bewährt!

PROTON (Ing. W. Böll)
Planegg vor München
Postscheckk. München 81008

Gleichrichter-Elemente

und komplette Geräte liefert

H. Kunz K. G.
Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4
Giesebrechtstraße 10

Verkaufe gebraucht preisgünstig:

150 km Feldfernkabel FFk 4adrig Cu.

50 Stck. Hell-Feldfernschreiber

1 Stck. Kurzwellensender, 1 Kilowatt

Zuschr. unter 5227 F

Lautsprecher-Reparaturen

erstklassige Original-Ausführung, prompt und billig
20jährige Erfahrung

Spezialwerkstätte
HANGARTER · Karlsruhe
Erzbergerstraße 2a

1 Kunde = 770 Stck.

UKW-Zwerg-Einbausuper innerh. 6 Mon. bezogen

Das spricht für sich — Auch Sie müssen Ihre alt. Geräte erneuern!

Verkaufspr. inkl. Röhren (8 Kr.) u. 6 Mon. Garant.:
86 W DM 65.- 86 GW DM 67.- (inkl. Wid.)
96 W DM 79.- 96 GW DM 82.- (inkl. Wid.)

HÜTTER
DREIPUNKT-Gerätebau W. Hütter, Nbg.-O, Mathildenstr.

METALLGEHÄUSE

für Meßgeräte, Verstärker usw. nach eigenen Angaben (Abmessg. u. Farbe) in erstklassiger Ausführung liefert

W. Himmelmann · Dortmund · Hain Allee 2

Lade-Gleichrichter

für Fahrzeugbatterien lieferb.

H. KUNZ K.-G.
Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenbg. 4
Giesebrechtstraße 10
Ruf 32 21 69

Feldfernsprecher FF 33 und FF 43

Schnellmorsegeber

Morse-Handlocher

Morse-Recorder

zu kaufen gesucht

Angeb. unter 5220 N

KATHREIN *Fernseh-Antennen*

KATHREIN

Nettes, kath. Mädel, 24/1,70 tüchtig in Haus und Geschäft, geistig aufgeschlossen, musikliebend, wünscht, da keine passende Gelegenheit, auf diesem Wege die Bekanntschaft mit kath. charaktervollen Herrn, möglichst Elektrokaufmann, mit überdurchschnittlichen Leistungen auf dem kaufm. Gebiet, Freude an allem Schönen in Natur u. Kunst, bis 30 Jah., zw. spät. Heirat. Nur ernstgemeinte Bildzuschriften (zurück) unt. 5222 B

Reparaturkarten
T. Z.-Verträge
Reparaturbücher
Außendienstbücher
Nachweisblocks

Gerätekarten
Karteikarten
Kassenblocks
sämtliche
Geschäftsdrucksachen
Bitte Preise anfordern

„Drüvela" D.R.W.Z. Gelsenkirchen

KLEIN-ANZEIGEN

Anzeigen für die FUNKSCHAU sind ausschließlich an den FRANZIS-VERLAG, (13 b) München 22, Odeonsplatz 2, einzusenden. Die Kosten der Anzeige werden nach Erhalt der Vorlage angefordert. Den Text einer Anzeige erbitten wir in Maschinenschrift oder Druckschrift. Der Preis einer Druckzeile, die etwa 25 Buchstaben bzw. Zeichen einschl. Zwischenräumen enthält, beträgt DM 2.—. Für Zifferanzeigen ist eine zusätzliche Gebühr von DM 1.— zu bezahlen.

Zifferanzeigen: Wenn nicht anders angegeben, lautet die Anschrift für Zifferbriefe: FRANZIS-VERLAG, (13b) München 2, Luisenstraße 17.

Führendes elektron. Unternehmen in südwestdeutscher Großstadt sucht zwecks Erweiterung:

Persönlichkeit zur Führung der Entwicklungsabteilung und technischen Betreuung der anderen Betriebsteile.

Bedingung: Vollakademiker, Industrieerfahrung, Fremdsprachenkenntnisse

Einkaufsleiter
Verkaufs-Ingenieur
Kundendienst-Ingenieur
Betriebsbuchhalter
Hoch- und Niederfrequenz-Ingenieure

Konstrukteure für Feinmechanik und Elektrotechnik
Stücklisten-Sachbearbeiter
Prüf- und Fertigungsfachleute
Rundfunk-Mechaniker und -Meister

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen erb. unt. Nr. 5230 E

Junger Kaufmann o. Ingenieur für Abteilung Verkauf kleiner Fabrik für Rundfunk-Zubehör per bald nach dem Rheinland gesucht.

Bewerbungen mit Bild erbeten unter Nr. 5223 R an den Franzis-Verlag

Lautsprecher und **Transformatoren**
repariert in 3 Tagen gut und billig
RADIO ZIMMER
K. G.
SENDEN / Iller

Einzelhandelsunternehmen in fränkischer Industriestadt sucht für baldigen Eintritt tüchtigen, ledigen

Rundfunktechniker

der gegebenenfalls auch in der Elektro-Installation einspringen kann. Bewerb. mit handgeschriebenem Lebenslauf mit Lichtbild erbeten unter Nummer 5221 E

Rundfunk- und Schaltmechaniker auch Radiobastler u. a. für Meß- und Prüfarbeiten sowie als Laborhilfen für München gesucht. Bewerbungen von begabten und technisch interessierten jungen Kräften, möglichst mit Mittelschulbildung, erbeten unter Nummer 5229 H

Meister der Rundfunk- und Fernsehtechnik

Absolv. d. Meisterschule, mit besten Zeugnissen und reichen Erfahrungen in der Rundfunk-Phono-Magnetton- und Fernsehtechnik, z. Z. in ungekündigter Stellung, sucht neuen interessanten Wirkungskreis. Alter 26 Jahre. Angebote unter Nr. 5228 D erbeten.

Versierter Einkäufer

für Südwestdeutsche Rundfunk-Geräte-Fabrik gesucht. Ausführliche Bewerbungsschreiben erbeten unter Nummer 5226 G.

WITTE & CO.
ÖSEN- U. METALLWARENFABRIK
WUPPERTAL - UNTERBARMEN

RUNDFUNKTECHNIKER

22 Jahre, z. Z. in ungekündigter Stellung in großem süddeutschen Rundfunkunternehmen sucht Wirkungskreis im Raume WÜRZBURG - FRANKFURT

Angebote unter Nummer 5225 S erbeten

SUCHE WERKVERTRETUNGEN für die ganze Schweiz

in Heim- und Autoradios, Fernsehapparaten, Tonbandgeräten, Plattenspieler und -wechsler, Antennen und Zubehör.

Offerten erbeten an EL-RA-FS Material en gros.
R. GLOOR, Schützenmattstr. 50, Basel (Schweiz)

Zur Übernahme des Kundendienstes

an foto-elektrisch gesteuerten Kleinmaschinen werden für die Gebiete Bremen, Dortmund, Düsseldorf, Hamburg, Hannover, Frankfurt/Main, Kassel, Köln, Nürnberg und Stuttgart geeignete Firmen mit guter mechanischer und elektrischer Basis gesucht. Einarbeitung der Techniker erfolgt im Werk. Bewerbungen erbeten an den Franzis-Verlag unt. Nr. 5224 L

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE

Für den Außendienst tüchtig. **Verkäufer** ges. Hohe Provision. B. Eignung feste Übernahme. Gute Verkaufsmögl., da i. d. nächst. Monaten ein Fernseh- u. ein Großsender eröffnet w. Bewerb. u. Nr. 5217 F erb.

Tüchtigen Radio- und Fernsehtechniker sucht Funkberater **I. Siebert, Marburg/L.,** Bahnhofstr. 17. Angeb. mit Gehaltsansprüch. u. frühest. Antrittsterm. erb.

Rundf.-Mech.-Meister, 30 J., led., Abitur, Führersch., Erf. i. Nf-Verst.-Bau, Fernsehen, sucht Stell. i. Ind., Lab. o. ä. Ang. unt. Nr. 5216 S erb

VERKAUFE

Verschied. Verstärker u. Lautsprecher, 1 Umformer 12—220 V, sowie viel Zubeh. **sehr preisgünstig** zu verk. Bitte Liste anfordern. **Hans Koch, Rottweil a. N.,** Legionstraße 35.

Rundfunkfachgesch. in Kreisst. Schlesw.-Holstein, s. gute Pos., Jahresums. ca. DM 100 000, umständeh. sof. zu vk. Ang. unt. Nr. 5219 H erb.

AEG-Magnetoph. AW 2, neuw. mit Mikrofon u. Scotch-Bändern 800.—, Umformer 110=/220~, 300 VA 50.—. Zuschrift. unt. Nr. 5215 W.

Radioröhren besonders preiswert. Wiederverkäufer ford. Sonderangebot. Auch Postenankauf. Atzertradio, Berlin, Europahaus

Magnettonbänder, Wickelkerne. Archivkartone, Restposten, geschlossen oder einzeln preiswert abzugeben. Anfr. unter Nr. 5071 M

Kreuzspulenwickelmasch., vollautomat., kompl. preisw. abzug. Anfr. u. Nr. 5208 S erb.

Stromaggregat kompl., 1,5 KVa/4 PS, neuw., 200.—. Schiffers, Neuaubing (München)

16-mm-Großtonprojektor mit eingeb. Verst. 15 W 1180.-, Trafo dazu. 1 Spiel-, 1 Revuefarb-, 5 Dokument-Tonfilme, 12 Kulturstummf., Meter -.20 b. -.35 Pf. Ang. unt. Nr. 5232 P erb.

Blattstabantennen 72,5 cm, zu verk. Anfr. erb. unter Nr. 5209 H

Zu verk. gegen Gebot: Katograf I; Weilenmesser K 126/X; RC-Summer Kimmel; Rö.-Vmeter UDC; Prüfgen. Rel send 7a; cr 180 Handladegeräte 4V/4A. Näheres unt. Nr. 5212 K

Rohde & Schwarz-Meßger., a. 1. Hand, wenig gebrcht., SMFK, SRV, LRH, KRH, NWU, DUR, UTKT, UDC, UDT. Grundig - Tubatest, Ang. u. Nr. 5211 D erb.

Amateur-Magnetton-Teile, Liste mit Sonderangebot., a. Relais, Motore, Trafos. Ing. W. Hinz, Berlin - Friedenau 1, Postfach 4

Tonbandgerät Koffer, betriebsbereit, 2 Mot., 19 cm u. 9,5 cm 200 DM, Grundig-Report. 500 L, überholt, Zählur eingebaut, 19 cm 450 DM, Schneidger. Tonograph, Koffer, Anschaffungswert 450 DM, m. Platt. 200 DM, 1 Schallplattenmot. Perpet.-Ebner, neuwert. (78 U) 20 DM, 1 dto. Dual (Schneidmot.) Allstr., (33 u. 78 U) 20 DM, 1 dto. Dual W (78 U) 15 DM. Einige Stundenspulen, Draht à 10 DM, 2 Motoren a. Drahttongerät (Reichhaller) à 40 DM, 2 Telefunk. 20-W-Verst., neu bestückt u. überholt, à 100 DM. Anfr. unt. Nr. 5213 S erb.

SUCHE

Breitband - Oszillograf preisgünst. zu kf. ges. Ang. a. **Elektro-Gräff,** Inh. Gust. Gräff, Berg u. Co., **Simmern/Hunsrück,** Schloßstr. 8

Suche pass. Firma, die Funkfernst.-Anlg.-Entwicklg. u. Produktion übernimmt. Ang. unt. Nr. 5218 A erb.

Röhren - Type JRC 955 ges. Ang. u. Nr. 5214 G

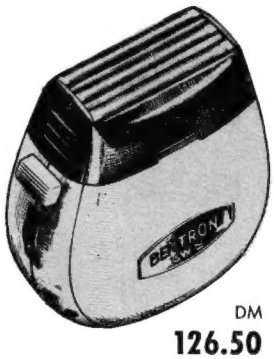
Radioröhren, Spezialröhren, Senderöhren geg. Kasse zu kaufen gesucht. **Krüger,** München 2, Enhuberstr. 4

Labor-Meßgeräte usw. kft. lfd. Charlottenbg. Motoren, Berlin W 35

Elektro - Klein- und Kleinstmot. (a. ehem. Wehrm.) ges. Preisang unt. Nr. 5187 M

Auch kleine Anzeigen bringen in der FUNKSCHAU großen Erfolg!

BENTRON -Rasierer



Seine Besonderheit:

Umschaltbar für Auto und Heim

also geradezu ideal für Sie auf Reisen -
Ein durch und durch kultiviertes Gerät

DM **126.50**

Verlangen Sie Sonderprospekt RS!

BENTRON GMBH · MÜNCHEN 2 · SENDLINGER STR. 55

BEYER

Eingangsübertrager Tr 44
für dyn. Mikrofon 200 Ω
(Mumetall-Abschirmung)
1 : 20 Preis: DM 32.–
1 : 50 Preis: DM 38.–
Frequenz-Bereich: 30 - 20000 Hz

Miniaturübertrager Tr 45
(Mumetall-Abschirmung)
1 : 15 Preis: DM 15.–
1 : 30 Preis: DM 16.–
Frequenz-Bereich: 70 - 20000 Hz

BEYER . HEILBRONN A.N.
BISMARCKSTRASSE 107 · TELEFON 2281

HENNEL & CO. K.-G., LAUTSPRECHERFABRIK
SCHMITTEN IM TAUNUS

Sonderangebot! **Rollkondensat.-Sortiment,** insges. 200 St. sort. von 100 pF bis 0,25 µF **DM 4.20. Widerstd.-Sort.,** insg. 100 St. 025 W sort. **DM 2.20. Keramik-Kondensator.-Sortim.,** insg. 100 St. sort. von 10 pF bis 500 pF **DM 7.-. Hartpapier-NV-Elko,** 6 µF 20/25 V **DM -.15. Hartpapier-NV-Elko,** 15 µF 15/18 V **DM -.15. Hartpapier-NV-Elko,** 25 µF 6/8 V **DM -.15. Hartpapier-Elko,** 10 µF 160/175 V **DM -.25. Hartpapier-Elko,** 8 µF 400/450 V Neuberger **DM -.45. Alu-Elko,** 30 µF 160/175 V Neuberger **DM -.30. Alu-Elko,** 2×50 µF 250/275 V Dominit **DM 1.60. Störschutzkond.** 2×0,1 µF 2000 V Prüfsp. **DM -.45. Hartpap.-Drehkond.** 0-340 pF **DM -.35,** 0-540 pF **DM -.35. Bosch-MP-Kond.** 2×0,5 µF 160 V **DM 1.-. Philips-Lufttr. DM -.35. Noris-Einkr.-Spul.,** Mitt.-Kurz **DM -.20.**

RADIO-SCHECK, Nürnberg, Harsdörffer Platz 14

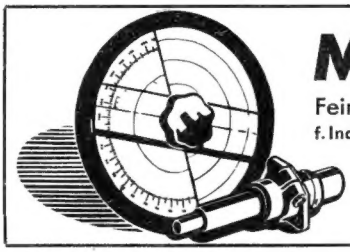
RÖHREN
in bester Qualität zu günstigst. Preisen bei prompt. Auslief. R B
von **J. Blasi jr.,** Landshut (Bay.)
Schließfach 114, Tel.: 25 11
Verlangen Sie bitte Liste A/53
Großhändler und Großverbraucher bitte Sonderlisten fordern.

TRANSFORMATOREN

H. K

Serien- und Einzelanfertigung aller Arten
Neuwicklungen in drei Tagen
Herbert v. Kaufmann
Hamburg - Wandsbek 1
Rüterstraße 83

Buchsen · Lötösen · Lötstifte · Rohrniete und dergl.



MENTOR
Feintriebe und -Meßgeräte-Skalen
f. Industrie u. Amateure in Präzisionsausführg.
Ing. Dr. Paul Mozar
Fabrik für Feinmechanik
DÜSSELDORF, Postfach 6085

Zubehör für den Tonband-Amateur

Tonmotor m. geschl. Tonrollenachse f. 19 cm/sec linkslauf., 95 mm ⌀, 70 mm Tiefe für max. 350 m Normal- oder 515 m Langspielband 48.–
Tonmotor in gleicher Ausführung jedoch für max. 700 m Normalband oder 1000 m Langspielband 90 mm Tiefe ..... 72.—
Andrückrolle für vorstehende Motore 5.60
dto. Mod. PRÄZISION mit Sinterbuchse 4 mm Bohrung ..... 9.—
Andrückrolle mit Mechanismus, Mod. KOLIBRETTE 16.50
KOLIBRETTE-Antriebsaggregat mit 350 m-Motor und Kopfplatte für Kombi- und Löschkopf, Grundplatte 98×195 mm 84.50
Aufwickelspindel dazu passend, mit Auflagegewicht 12.90
Abwickelstandlager, (beide für Dreizackspulen) 5.20

Hf- (Lösch) Spulen in reicher Auswahl!

kHz	Röhre	Löschkopf	Pass.	Bauplan	Spule	DM.
45	EL 42	niederohmig	MV 104	1.50		9.40
25	EL 41	hochohmig	AMATO	3.—		8.—
45	EL 11/12	niederohmig	DUOTON	3.50		14.—
30	UL 41	universal	TV 304	2.—		11.—

2 Gelegenheiten ! ! ! 1000 m GENETON-EN-Band in Karton mit Bandkern 100 mm. Die Bänder haben mehr Klebstellen als üblich 14.—
3 OPTA-Köpfe, Doppelspur, Löschkopf niederohmig, Aufnahme- und Wiedergabekopf hochohmig **mit allem Zubehör** ..... 52.—
(Zwischenverkauf vorbehalten)

Vorstehende Angebote stammen aus meiner neuen Liste „Der TONBAND-Amateur", die Ihnen auf Wunsch sofort kostenlos übersandt wird. **Händler erhalten die NETTO-Liste!** Ältestes Versandgeschäft für Tonband-Zubehör **HANS W. STIER**, Berlin—SW 29, Hasenheide 119

Blick in eine Schallaufnahme des Südd. Rundfunks (Villa Berg)

VOLLMER
MAGNETTONGERÄTE
SEIT JAHREN BEIM
Süddeutschen Rundfunk
Bayerischen Rundfunk
Hessischen Rundfunk
RIAS Berlin
Radio Bremen
Südwestfunk
AFN
und vielen anderen Stationen

Eberhard Vollmer, Techn.-Physikalische Werkstätten, Esslingen a. N.-Mettingen

Genau wie im Jahre 1953

erscheint der **Rundfunk- und Fernseh-Katalog 1954/55** am Ende der Neuheitenperiode, so daß **sämtliche neuen Modelle in ihm erfaßt werden.** Nach den Erfahrungen und Urteilen maßgebender Großhandelsfirmen ist die Forderung der **Vollständigkeit** die **wichtigste,** die man an einen Jahres-Katalog stellen soll. Nicht ein früher, sondern **ein vollständiger Katalog ist der beste und für den Einzelhändler brauchbarste.**

Die sehr hohe Auflage unseres letztjährigen Kataloges war weitgehend auf den richtig gewählten Erscheinungstermin zurückzuführen. Wir werden also unsern Katalog auch in diesem Jahr nicht zu früh herausbringen, denn der Abnehmer verlangt von ihm, daß er das gesamte Programm der neuen Saison sowohl mit stimmenden technischen Daten, als auch mit den letzten Preiskorrekturen enthält.

Der Katalog 1954/55 schließt sich an den vorjährigen an, so daß eine lückenlose Kontinuität gewährleistet ist.

Der Katalog 1954/55 wird in dem Augenblick erscheinen, in dem sich das Angebot der Industrie ausgependelt hat, die Industrie mit den Lieferungen einsetzen kann, der Einzelhandel Einkaufs-Überlegungen anstellt und der Großhandel seine Aufträge erwartet, voraussichtlich Ende September bis Mitte Oktober.

Die Fachwelt richtet sich nach dem blauen Katalog; bitte verwenden auch Sie ihn!

Langjähriger Tradition entsprechend bietet sich auch die Ausgabe 1954/55 des vom Bundesverband des Rundfunk- und Fernseh-Großhandels (VRG) e.V. herausgegebenen Rundfunk- und Fernseh-Kataloges wieder in der blau-roten Farbe dar.

Vorbestellungen sind schon jetzt erforderlich, denn . . .

im letzten Jahr hatten wir mit einer sorgfältig festgelegten, groß bemessenen Auflage wegen einer geradezu überraschend hohen Nachfrage nach unserm Katalog nicht ausreichen können, so daß wir gezwungen waren, fast die gleiche Stückzahl als Zweit-Auflage herauszubringen. In diesem Jahr werden wir die Auflage auf Grund sorgfältiger Marktbeobachtung von vornherein so bemessen, daß der Bedarf des Fach-Groß- und Einzelhandels, der Industrie und der fachlich interessierten Kreise ausreichend gedeckt werden kann, und zwar ohne daß der Großhandel unnötig durch die Kosten von Phantasie-Auflagen belastet wird. Der Einzelhändler erhält vom Verband oder Verlag **keine** Freiexemplare. Er bekommt den blauen Katalog entweder von seinem Großhändler als Geschenk, oder er bezieht ihn gegen Bezahlung unmittelbar vom Verlag.

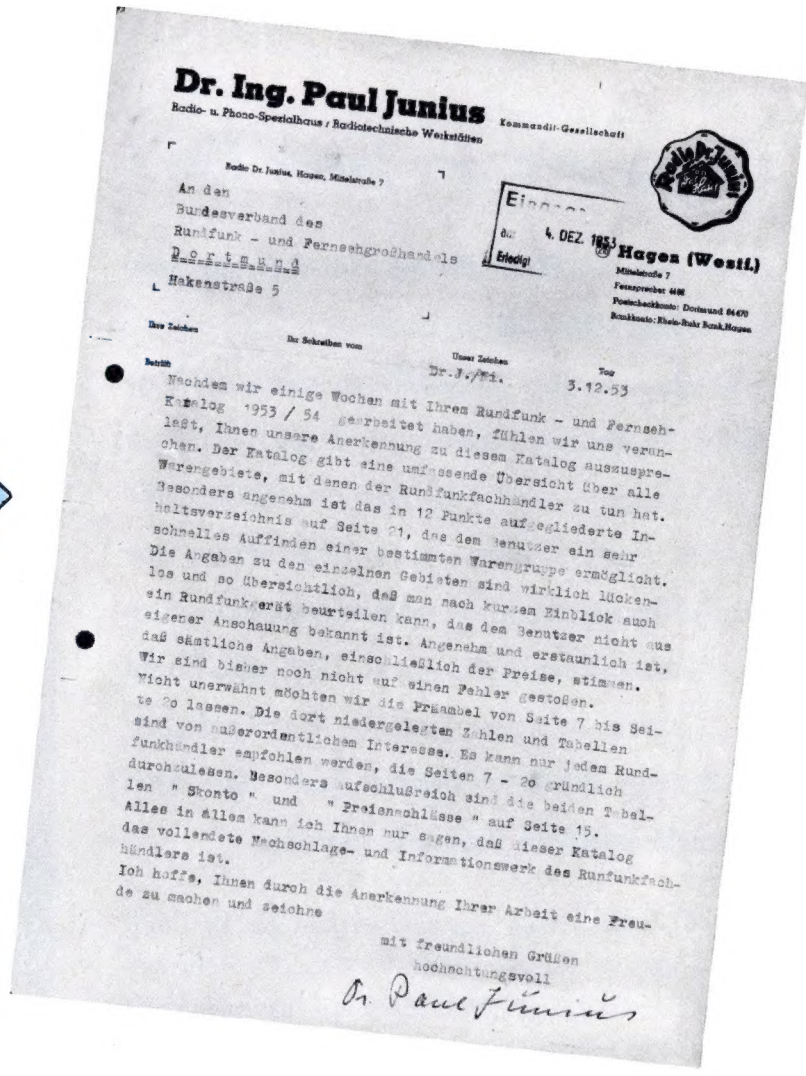
Ob Groß- oder Einzelhändler, bitte verwenden Sie die umseitige Bestellkarte!

Der Rundfunk- und Fernseh-Katalog 1954/55

Herausgegeben vom Bundesverband des Rundfunk- und Fernseh-Großhandels (VRG) e. V.

... ist wieder das vollendete Nachschlage- und Informationswerk des Rundfunkfachhändlers ...

So urteilte einer der bekanntesten Rundfunk-Fachhändler Westdeutschlands über die letzte Ausgabe



Dr. Ing. Paul Junius
Radio- u. Phono-Spezialhaus / Radiotechnische Werkstätten
Kommandit-Gesellschaft

Radio Dr. Junius, Hagen, Mittelstraße 7

An den
Bundesverband des
Rundfunk - und Fernsehgroßhandels
D o r t m u n d
Hakenstraße 5

Eingang 4. DEZ. 1953 Erledigt

Hagen (Westf.)
Mittelstraße 7
Fernsprecher 448
Postscheckkonto: Dortmund 86470
Bankkonto: Rhein-Ruhr Bank Hagen

Ihre Zeichen — Ihr Schreiben vom — Betrifft — Unser Zeichen Dr.J./Fri. — Tag 3.12.53

Nachdem wir einige Wochen mit Ihrem Rundfunk - und Fernseh-Katalog 1953 / 54 gearbeitet haben, fühlen wir uns veranlaßt, Ihnen unsere Anerkennung zu diesem Katalog auszusprechen. Der Katalog gibt eine umfassende Übersicht über alle Warengebiete, mit denen der Rundfunkfachhändler zu tun hat. Besonders angenehm ist das in 12 Punkte aufgegliederte Inhaltsverzeichnis auf Seite 21, das dem Benutzer ein sehr schnelles Auffinden einer bestimmten Warengruppe ermöglicht. Die Angaben zu den einzelnen Gebieten sind wirklich lückenlos und so übersichtlich, daß man nach kurzem Einblick auch ein Rundfunkgerät beurteilen kann, das dem Benutzer nicht aus eigener Anschauung bekannt ist. Angenehm und erstaunlich ist, daß sämtliche Angaben, einschließlich der Preise, stimmen. Wir sind bisher noch nicht auf einen Fehler gestoßen.
Nicht unerwähnt möchten wir die Präambel von Seite 7 bis Seite 20 lassen. Die dort niedergelegten Zahlen und Tabellen sind von außerordentlichem Interesse. Es kann nur jedem Rundfunkhändler empfohlen werden, die Seiten 7 - 20 gründlich durchzulesen. Besonders aufschlußreich sind die beiden Tabellen " Skonto " und " Preisnachlässe " auf Seite 15.
Alles in allem kann ich Ihnen nur sagen, daß dieser Katalog das vollendete Nachschlage- und Informationswerk des Rundfunkfachhändlers ist.
Ich hoffe, Ihnen durch die Anerkennung Ihrer Arbeit eine Freude zu machen und zeichne

mit freundlichen Grüßen
hochachtungsvoll
Dr. Paul Junius

Ähnliche Urteile liegen uns in großer Zahl vor. Nachstehend eine Auswahl:

Erich Graetz, der 1. Vorsitzende der Fachabteilung Rundfunk und Fernsehen im ZVEI:
Die Aufmachung des Kataloges hat mir gut gefallen. Der Katalog selbst stellt ein sehr gewissenhaftes Programm der gesamten Radioindustrie dar und dürfte auch für den Fachmann ein sehr interessantes Nachschlagewerk bedeuten.

Direktor Wilhelm Himmelmann, Vorsitzender der Fachunterabteilung Fernsehen im ZVEI:
Ich danke Ihnen für die Überlassung dieses Katalogs, den ich mit viel Interesse betrachtet habe. Dieser Katalog ist in seiner Zusammenstellung übersichtlich und wird dem Handel eine ausgezeichnete Hilfe beim Einkauf der Erzeugnisse sein. Ich darf Ihnen sagen, daß Sie diese Frage wirklich vorbildlich gelöst haben.

SABA-Radio:
Wir haben uns inzwischen mit dem von Ihrem Verband herausgebrachten Katalog befassen können. Nach meiner Meinung steht dieses Werk an der Spitze der bekannten Kataloge, was Vollständigkeit, Übersichtlichkeit und Umfang der Gerätebeschreibungen betrifft.
Sie haben damit der Rundfunkwirtschaft zweifellos einen guten Dienst erwiesen.

Deutsches Elektrohandwerk, Frankfurt/Main, vom 21. Dezember 1953:
Dieser Katalog, der an die Stelle des bewährten VERG-Kataloges getreten ist, kam zwar mit etwas Verspätung heraus, ist dafür aber auf den neuesten Stand gebracht und enthält auch die letzten Neuschöpfungen und Preise. Mit Recht wird der Katalog als „Funkausstellung im Taschenformat" bezeichnet, denn er enthält alle Geräte, die auf der Düsseldorfer Ausstellung gezeigt wurden. Der Katalog wird jedem Radio- und Fernsehtechniker und -händler beim Einkauf und Verkauf gute Dienste leisten; alle Daten und Einzelheiten, die häufiger gebraucht werden, können dem Katalog in Sekundenschnelle entnommen werden. Die gute Zusammenstellung und reiche Bebilderung verdienen besonders hervorgehoben zu werden

Der Katalog enthält das gesamte Programm an Radio- und Fernsehempfängern, Musiktruhen, Reise- und Autoempfängern, Plattenspielern und Plattenwechslern, Tonbandgeräten, Verstärkern, Lautsprechern, UKW- und Fernseh-Antennen und Röhren per 30. 9. 1954,

also das gesamte Neuheiten-Programm.

Der genaue Umfang und der genaue Preis der Ausgabe 1954/55 sind heute naturgemäß noch nicht bekannt, jedoch soll ein Bruttopreis des Kataloges von 2,80 DM nicht überschritten werden.

Die Ausgabe 1953/54 (Gesamt-Ausgabe) hatte 328 S. und über 550 Bilder, sie war ein

umfassendes und repräsentatives Handbuch der gesamten Erzeugung der deutschen Radio- und Fernseh-Industrie

FRANZIS-VERLAG
München 2, Luisenstr. 17

Bitte abtrennen und einsenden!

Als Großhändler

erbitte ich das äußerste Netto-Angebot für ..... Exemplare des Rundfunk- und Fernseh-Kataloges 1954/55

Als Einzelhändler

bestelle ich zur Lieferung sofort nach Erscheinen

Nichtzutreffendes bitte streichen!

..... Stück des Rundfunk- und Fernseh-Kataloges zum Preise von 2,80 DM zuzüglich 40 Pfg. Versandkosten, bei Mengen-Abnahme mit Rabatt.

Genaue Anschrift:

.....

.....

.....

BÜCHERZETTEL

An den

FRANZIS-VERLAG

MÜNCHEN 2

LUISENSTRASSE 17

Typ	Fokussierung	Schirm		Elektroden-anzahl	Ablenkwinkel diagonal	Anodenspannung
		Ausführung	Nutzb. Diagonale			
MW 36 — 44	magnetisch	Grauglas	318 mm	5	70°	9 bis 14 kV
MW 43 — 64	magnetisch	Grauglas	390 mm	5	70°	10 bis 16 kV
MW 43 — 69	magnetisch	Grauglas metallhinterlegt	390 mm	5	70°	10 bis 16 kV
AW 43 — 20	elektrostatisch	Grauglas metallhinterlegt	390 mm	5	70°	12 bis 16 kV
MW 53 — 20	magnetisch	Grauglas metallhinterlegt	511 mm	5	70°	12 bis 18 kV

Bez. 15 Schimmel Hans W,
212 a